

Prijedlog tehničko-tehnološkog rješenja pogona za preradu badema i proizvodnju obogaćenog bademovog napitka

Skendrović, Hanna

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:420214>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, srpanj 2022.

Hanna Skendrović

**PRIJEDLOG TEHNIČKO-
TEHNOLOŠKOG RJEŠENJA
POGONA ZA PRERADU BADEMA
I PROIZVODNJU OBOGAĆENOG
BADEMOVOG NAPITKA**

Rad je izrađen u Kabinetu za tehnološko projektiranje na Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof. dr. sc. Sandre Balbino te uz pomoć Daniele Cvitković, mag. ing.



Rad je izrađen u okviru projekta „Bioaktivne molekule ljekovitog bilja kao prirodni antioksidansi, mikrobiocidi i konzervansi“ (KK.01.1.1.04.0093), koji je sufinanciran sredstvima Europske unije iz Europskog fonda za regionalni razvoj - Program: Ulaganje u znanost i inovacije; Operativni program Konkurentnost i kohezija 2014. - 2020.



ZAHVALA

Zahvaljujem mentorici diplomskog rada prof. dr. sc. Balbino na stručnim savjetima, razumijevanju, pruženoj pomoći prilikom pisanja ovog rada te pristupačnosti i brzim povratnim informacijama.

Želim zahvaliti i Danieli Cvitković, mag. ing., na pomoći prilikom izrade eksperimentalnog dijela rada.

Najveća zahvala ide mojoj obitelji, ponajviše roditeljima, Tatjani i Mariu, koji su bili uz mene od početka do kraja mog studiranja.

Hvala svima koji su bili dio ove priče,

Hanna

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo
Kabinet za tehnološko projektiranje

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Diplomski sveučilišni studij: Prehrambeno inženjerstvo

PRIJEDLOG TEHNIČKO-TEHNOLOŠKOG RJEŠENJA POGONA ZA PRERADU BADEMA I PROIZVODNJU OBOGAĆENOG BADEMOVOG NAPITKA

Hanna Skendrović, univ. bacc. ing. techn. aliment. 0058212327

Sažetak: U skladu s konstantnim promjenama prehrambenih trendova, industrija biljnih napitaka se značajno razvija iz godine u godinu. Bademi su orašasti plodovi uravnotežena sastava, a dodatak biljnih ekstrakata mirte, lovora i komorača povećava antioksidacijsku aktivnost i količinu ukupnih fenola u bademovom napitku. U sklopu ovog rada proveden je razvoj proizvoda kako bi se odredio optimalan sastav proizvedenog bademovog napitka. Cilj ovog rada je izrada prijedloga tehničko-tehnološkog rješenja pogona za preradu badema i proizvodnju obogaćenog bademovog napitka te bademovog brašna. Tehnološki opis proizvodnje prikazan je tekstualno i pomoću blok-shema uz potrebne uređaje i tehnološku opremu. S obzirom na zahtjeve proizvodnje određena je lokacija za izgradnju glavnih i pratećih proizvodnih prostorija te neproizvodnih prostora. Izrađena je materijalna i energetska bilanca za dnevnu preradu u kojoj se proizvodi 6000 L obogaćenog bademovog napitka i 816 kg bademovog brašna.

Ključne riječi: *prijedlog tehničko-tehnološkog rješenja, bademov napitak, biljni ekstrakti, industrija napitaka*

Rad sadrži: 81 stranica, 17 slika, 11 tablica, 150 literaturnih navoda, 1 prilog

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u: Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: prof. dr. sc. Sandra Albino

Pomoć pri izradi: Daniela Cvitković, mag. ing.

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. prof. dr. sc. Verica Dragović-Uzelac (predsjednik)
2. prof. dr. sc. Sandra Albino (mentor)
3. doc. dr. sc. Maja Repajić (član)
4. doc. dr. sc. Ivona Elez Garofulić (zamjenski član)

Datum obrane: 19. srpnja 2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
Department of Food Engineering
Section for Food Plant Design

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Food Technology

Graduate university study programme: Food Engineering

PROPOSAL FOR THE TECHNICAL-TECHNOLOGICAL SOLUTION OF THE ALMOND PROCESSING PLANT AND THE PRODUCTION OF ENRICHED ALMOND BEVERAGE

Hanna Skendrović, univ. bacc. ing. techn. aliment. 0058212327

Abstract: In accordance with the constant changes in food trends, the plant-based beverage industry is developing significantly from year to year. Almonds are nuts with a balanced composition, and the addition of plant extracts of myrtle, laurel and fennel increases the antioxidant activity and the amount of total phenols in the almond drink. As part of this work, product development was carried out to determine the optimal composition of the produced almond drink. The aim of this work is to create a proposal for the technical-technological solution of the almond processing plant and the production of enriched almond drink and almond flour. The technological description of the production is presented textually and by means of a block diagram along with the necessary devices and technological equipment. With regard to production requirements, the location for the construction of the main and supporting production rooms and non-production areas has been determined. A material and energy balance were prepared for the daily processing in which 6000 L of enriched almond drink and 816 kg of almond flour are produced.

Keywords: *technological project, almond beverage, plant extracts, beverage industry*

Thesis contains: 81 pages, 17 figures, 11 tables, 150 references, 1 supplement

Original in: Croatian

Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) form is deposited in: The Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

Mentor: *PhD Sandra Balbino, Full professor*

Technical support and assistance: *Daniela Cvitković, MSc*

Reviewers:

1. Verica Dragović-Uzelac, PhD, Full professor (president)
2. Sandra Balbino, PhD, Full professor (mentor)
3. Maja Repajić, PhD, Assistant professor (member)
4. Ivona Elez Garofulić, PhD, Assistant professor (substitute)

Thesis defended: July 19th, 2022

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. TEHNOLOŠKO PROJEKTIRANJE	2
2.1.1. Uloga prehrambenog inženjera.....	2
2.1.2. Faze tehnološkog projektiranja.....	3
2.1.3. Pravni aspekti projektiranja pogona	6
2.1.4. Ekonomski aspekti projektiranja pogona	8
2.2. BADEM.....	9
2.3. BADEMOV NAPITAK.....	10
2.4. BADEMOVO BRAŠNO	10
2.5. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE BADEMOVOG NAPITKA.....	11
2.6. BILJNI EKSTRAKTI.....	12
2.6.1. Mirta (<i>Myrtus communis</i> L.).....	13
2.6.2. Lovor (<i>Lauris nobilis</i> L.)	13
2.6.3. Komorač (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.)	14
3. EKSPERIMENTALNI DIO	15
3.1. PROJEKTNI ZADATAK	15
3.2. ANALIZA LOKACIJE	16
3.3. ANALIZA SIROVINA	17
3.3.1. Mikotoksini.....	19
3.3.2. Kriteriji tehnološke zrelosti	20
3.3.3. Berba.....	21
3.3.4. Ksilitol	21
3.3.5. Lecitin.....	22
3.4. ANALIZA GOTOVIH PROIZVODA	23
3.4.1. Bademov napitak	23
3.4.2. Bademovo brašno	24
3.5. RAZVOJ BADEMOVOG NAPITKA S BILJNIM EKSTRAKTIMA	25
3.5.1. Priprema baznog napitka	25
3.5.2. Priprema biljnih ekstrakata.....	26
3.5.3. Plan pokusa i priprema uzoraka.....	26
3.5.4. Određivanje ukupnih fenola	26
3.5.5. Određivanje antioksidacijske aktivnosti.....	28

3.5.6.	Senzorska procjena uzoraka	31
3.5.7.	Eksperimentalni dizajn i statistička analiza.....	31
4.	REZULTATI I RASPRAVA	34
4.1.	RAZVOJ PROIZVODA	34
4.2.	BLOK SHEME PROIZVODNJE.....	44
4.3.	OPIS TEHNOLOŠKOG PROCESA.....	45
4.4.	OPIS PROIZVODNJE	46
4.4.1.	Prijem sirovine.....	46
4.4.2.	Prerada badema.....	47
4.4.3.	Proizvodnja bademovog brašna.....	49
4.4.4.	Priprema ekstrakata	49
4.5.	POPIS UREĐAJA I OPREME	50
4.6.	POPIS PROSTORIJA I OPREME	57
4.7.	MATERIJALNA BILANCA.....	59
4.7.1.	Logistički podaci i kapacitet skladišta.....	60
4.8.	ENERGETSKA BILANCA.....	61
4.9.	POTREBNA RADNA SNAGA	64
4.10.	TLOCRT.....	65
5.	ZAKLJUČCI.....	66
6.	LITERATURA.....	67

1. UVOD

U današnje vrijeme prosječan potrošač teži konzumiranju uravnotežene i/ili funkcionalne hrane. Upravo orašasti plodovi igraju značajnu ulogu u današnjoj prehrani. Bademi se već stoljećima koriste u ljudskoj prehrani, a ponajviše su cijenjeni zbog svog uravnoteženog sastava. Dokazana su mnoga pozitivna zdravstvena svojstva badema, poput smanjenja razine LDL kolesterola u plazmi, niskoga glikemijskog indeksa te poticanja mršavljenja (Lipan i sur., 2020; Sethi i sur., 2016; Dhakal i sur., 2014; Fasoli i sur., 2011; Mirrahimi i sur., 2011).

Ljekovito bilje čovjek koristi još od davnina zbog povoljnog djelovanja na organizam (Mocanu i sur., 2009). Danas se ljekovite i aromatične biljke koriste u prehrambenoj industriji za dodavanje arome i okusa proizvodima. Mirta je zbog svojih protuupalnih i antibakterijskih svojstava pronašla primjenu i u farmaceutskoj i u prehrambenoj industriji (Medda i Mulas, 2021; Amensour i sur., 2010; Mansouri i sur., 2001). Lovor je najpoznatiji kao začim i aroma u kulinarskoj industriji, no pokazuje i ljekovite učinke te antimikrobna i antioksidativna svojstva (Ferrini i sur., 2021; Damiani i sur., 2014). Komorač je drevna začinska biljka s mnogim korisnim djelovanjima, a koristi se i u liječenju gastrointestinalnih problema (Yakut i sur., 2020).

Iako bademov napitak sadrži malo badema po obroku, ipak je bogat esencijalnim i neesencijalnim hranjivim tvarima iz badema. Fortifikacijom se taj sastav može podići na novu razinu, tzv. funkcionalnu hranu. Upravo je dodavanje antioksidansa trend u razvoju funkcionalne hrane (Gad i El-Salam, 2010). Mirta, lovor i komorač su biljke bogate fenolnim spojevima te se njihovim dodatkom u bademov napitak povećava antioksidativni kapacitet konačnog proizvoda (Yerlikaya i sur., 2021).

Kako se trendovi mijenjaju, razvijaju se i novi, inovativni proizvodi. Svjetska industrija proizvodnje bademovog mlijeka raste svake godine, a predviđen je porast za 8,8 % godišnje u periodu od 2021. do 2031. godine (Globe Newswire, 2022). Potrošači trenutno zahtijevaju proizvod bogat antioksidansima, a bez laktoze, glutena i dodanih šećera. S obzirom da je potražnja za funkcionalnom hranom sve veća, cilj ovog rada bio je izraditi prijedlog tehničko-tehnološkog rješenja pogona za preradu badema u kojem će se proizvoditi bademov napitak obogaćen ekstraktima mirte, lovora i komorača te bademovo brašno.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. TEHNOLOŠKO PROJEKTIRANJE

Tehnološko projektiranje proizvodnog pogona prehrambene industrije uključuje sve faze njegovog razvoja, od ideje i odabira tehnološkog procesa do izgradnje i puštanja u pogon (Balbino, 2021). U svakom proizvodnom procesu neophodno je adekvatno poznavanje svojstava uključenih materijala, a glavna prepoznatljiva osobitost prerade hrane je iznimna kemijska složenost, kako sirovina, tako i proizvoda (Berk, 2018). Tehnološko projektiranje mora zadovoljiti specifične zahtjeve naručitelja (investitora) i određene lokacije (Balbino, 2021). Cilj procesa proizvodnje hrane, odnosno prehrambenog postrojenja, je ekonomična proizvodnja prehrambenih proizvoda koji su sigurni, hranjivi i organoleptički prihvatljivi za potrošače (Maroulis i Saravacos, 2003).

2.1.1. Uloga prehrambenog inženjera

Projektni tim se sastoji od prehrambenog inženjera, arhitekta, građevinara, elektroinženjera i strojaru, no zahtjeva i iskustvo te suradnju ostalih stručnjaka, poput ekonomista (izrada proračuna troškova i isplativosti projekta), agronoma i veterinaru (sirovinska osnova), inženjera zaštite od požara i inženjeri zaštite na radu (Balbino, 2021).

Prehrambeni inženjer je projektant koji povezuje teoriju i praksu prehrambenog inženjerstva te iskustvo u cilju rješavanja problema strukturnih promjena u prehrambenoj industriji (Balbino, 2021; Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

Funkcije prehrambenog inženjera su tehničko upravljanje proizvodnjom, projektiranje procesnih sustava i pogona za preradu hrane, istraživanje i razvoj procesa i proizvoda te upravljanje distribucijom proizvoda do potrošača (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005). Prehrambeni inženjer mora imati određena znanja koja mu omogućavaju zadavanje projektnih zadataka ostalim projektantima ili projektiranje ostalih dijelova projekta (poput potreba za električnom energijom, vodenom parom, toplom vodom, ventilacijom, klimatizacijom, opterećenjem podova, tehnoloških parametara prostorija, otpadnih tvari i sl.) (Balbino, 2021). Međutim, projektant mora imati i određena tehnička znanja, na primjer u optimizaciji procesa, automatizaciji te istraživanju i razvoju novih tehnologija (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

Opći cilj projektanta u prehrambenoj industriji je osigurati alate potrebne za integraciju dizajna sustava za preradu hrane s odgovarajućim postrojenjem za preradu i proizvodnju željenih proizvoda uz minimalne troškove opreme, energije, ljudskog rada i slično, a poštujući pritom sve zahtjeve za kvalitetom proizvoda i kriterije proizvodnje prema važećim propisima (Balbino, 2021; Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

2.1.2. Faze tehnološkog projektiranja

2.1.2.1. Poduzetnička ideja

Poduzetnička ideja je prva faza u realizaciji bilo kojeg poslovnog projekta, a odnosi se na određenu inovaciju te podrazumijeva novi proizvod ili proces. Označava zamisao o ponudi konkretnih materijalnih proizvoda ili usluga prema potrebama kupaca s ciljem stvaranja dobiti (Balbino, 2021). Inovacija pomaže organizaciji da se prilagodi promjenama uvođenjem novih ponašanja i metoda (Gupta, 2018). Sama ideja ne mora biti inovativna da bi polučila uspjeh, već se i poznata ideja može prilagoditi određenim okolnostima kako bi se postigla jeftinija i kvalitetnija proizvodnja (Balbino, 2021).

2.1.2.2. Projektni zadatak

Projektni zadatak predstavlja temeljni dokument projekta budućeg sustava. Investitor sam, ili uz pomoć stručnjaka projektanata, definira ideju i potrebe projekta. Projektni zadatak polazi od potreba investitora opisujući probleme u trenutnom stanju i/ili sasvim nove potrebe ili mogućnosti (Balbino, 2021). Može sadržavati tehnološke, ekonomske, pravne i vremenske zahtjeve, a predviđa planiranje i definiranje ciljeva i ishoda te uvodno testiranje, realizaciju, provjerljivost i analizu ishoda (Balbino, 2021; Vrsaljko i sur., 2019). Projektni zadatak se može koristiti u projektiranju potpuno novih postrojenja, no najviše se koristi u projektima proširenja, nadogradnje i modernizacije postojećih proizvodnih pogona. Novi i poboljšani pogoni za preradu nužni su kako bi se zadovoljili zahtjevi za novim proizvodima poboljšane kvalitete te strogi sigurnosni i ekološki zahtjevi. Također su ciljevi poboljšati kontrolu procesa i uštediti energiju pazeći da se održi ekonomičnost i isplativost (Maroulis i Saravacos, 2003).

Racionalizacija postrojenja uključuje samo promjenu rasporeda postojećih uređaja i strojeva u tehnološkom procesu kako bi se poboljšao rad postrojenja. Cilj je postići veći radni učinak te uštediti radnu snagu i energente optimizacijom organizacije i korištenih tehnologija (električne energije, vode, vodene pare, stlačenog zraka) (Balbino, 2021; Trojanowska i sur.,

2018). Rekonstrukcija je često vezana uz nove zakonske propise (Balbino, 2021). Obično se temelji na analizi pozadine industrije putem čimbenika kao što su politička, ekonomska, socijalna i tehnička analiza (Huiling i Dan, 2020). U projektu rekonstrukcije mijenja se namjena ili funkcionalnost objekta u cilju prilagodbe suvremenim uvjetima proizvodnje i postizanja sposobnosti održivog razvoja (Balbino, 2021; Huiling i Dan, 2020). Uređaji se mijenjaju samo ako su zastarjeli ili tehnički istrošeni. Rekonstrukcijom se povećava kvaliteta proizvoda zbog boljeg iskorištenja kapaciteta i sirovina, a smanjuje se potrošnja energenata i potrebna radna snaga (Balbino, 2021).

Projektni zadatak povećanja kapaciteta se postiže uvođenjem paralelnih linija proizvodnje ili postavljanjem suvremenijih strojeva većeg kapaciteta na točno određena mjesta u procesu (Balbino, 2021). Određeni strojevi s drastično smanjenim kapacitetom, tzv. “uska grla”, usporavaju proizvodnju i remete tok procesa (Balbino, 2021; Trojanowska i sur., 2018). Izgradnja novog industrijskog objekta predstavlja usvajanje već poznate standardne tehnologije, uvođenje novih proizvoda te uvođenje nepoznatih ili novih tehnologija kupovanjem licenci ili postupaka koji su zaštićeni od nekog proizvođača (Balbino, 2021).

2.1.2.3. Prethodno istraživanje

Prethodno istraživanje uključuje prikupljanje podataka iz literature te razvoj procesa u laboratoriju ili pilot postrojenju. Na osnovu rezultata prethodnog istraživanja uspoređuju se idejna rješenja te odabire optimalno tehnološko i ekonomsko rješenje. Provođi se prethodno istraživanje prehrambenog proizvoda, sirovina i različitih mogućnosti tehnologije za proizvodnju prehrambenog proizvoda (Balbino, 2021). To je najskuplja i najosjetljivija faza istraživanja jer rezultati cijelog istraživanja ovise o uspješnom provođenju ove faze (Grbac i Lončarić, 2010). Studije ispitivanih prehrambenih proizvoda moraju uključivati sljedeće: istraživanje sirovina (istraživanje dostupnosti i lokacije, cijena sirovina i transporta te definiranje, specifikacije i karakterizaciju najpogodnijih sirovina), karakterizaciju proizvoda (uključujući tehničke, pravne i komercijalne aspekte, kao i trendove potrošnje), analizu tržišta proučavanih proizvoda na temelju kvalitete i specifikacija proizvoda i proučavanje odgovora na cijenu proizvoda (Balbino, 2021; Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

Prethodno istraživanje tehnologije za proizvodnju prehrambenog proizvoda uključuje analizu utjecaja različitih procesa na kvalitetu proizvoda, bilancu mase i energije, vrste i količine nusproizvoda i otpada te približnu procjenu troškova sirovina, radne snage i energije s obzirom na odabranu tehnologiju. Također uključuje i približan opis pomoćnih sustava

(energetski sustav, transport i sustav kontrole) s obzirom na odabranu tehnologiju (Balbino, 2021). Studija izvedivosti (eng. *feasibility study*) je dokument koji argumentira isplativost i izvedivost investicijskog projekta s obzirom na kapital (Balbino, 2021; Maroulis i Saravacos, 2008). Provodi se prije glavne studije odnosno glavnog projekta (Arain i sur., 2010). To je prošireni tehnološki projekt s ekonomskom analizom koji izrađuju ekonomisti. Studija izvedivosti sadrži podatke o poduzetniku, podatke o poduzetničkoj ideji, opis lokacije, sirovina, proizvoda i tehnološkog procesa, analizu tržišta nabave sirovina i prodaje proizvoda, vrlo detaljnu ekonomsku analizu projekta, proračun dobiti i gubitaka te proračun razdoblja povrata investicijskog ulaganja (Balbino, 2021). U studiji izvedivosti ne ocjenjuje se ishod od interesa, već bi veličina uzorka trebala biti primjerena za procjenu kritičnih parametara do potrebnog stupnja preciznosti (Arain i sur., 2010).

2.1.2.4. Glavni projekt

Prema Zakonu o gradnji, glavni projekt je skup međusobno usklađenih projekata kojima se daje tehničko rješenje građevine i dokazuje ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu te drugih propisanih i određenih zahtjeva i uvjeta (Zakon o gradnji, 2013). Izrađuje se u svrhu ishoda potvrde glavnog projekta i građevinske dozvole te daje osnovu za izradu dokumentacije za nadmetanje (tender dokumentacije) i izvedbenog projekta (Balbino, 2021). Prema Zakonu o gradnji, glavni projekti se prema namjeni razvrstavaju na arhitektonski, građevinski, elektrotehnički i strojarski projekt. Zakonom je također propisano, da izradi glavnog projekta, prethodi izrada: krajobraznog elaborata, geomehaničkog elaborata, prometnog elaborata, elaborata tehničko-tehnološkog rješenja, elaborata zaštite od požara, elaborata zaštite na radu, elaborata zaštite od buke, konzervatorskog elaborata ili drugog potrebnog elaborata (Zakon o gradnji, 2013). U prehrambenoj industriji izradi glavnog projekta prethodi izrada elaborata tehničko-tehnološkog rješenja odnosno tehnološkog projekta.

Tehnološki projekt predstavlja temeljni projekt iz kojeg proizlaze svi ostali projekti i neizostavni je dio glavnog projekta. Bez tehnološkog projekta nije moguće projektirati postrojenje niti izgraditi industrijski objekt. Na osnovu rezultata prethodnih istraživanja, tehnološki projekt detaljnije razrađuje idejno rješenje te daje kvalitativnu i kvantitativnu osnovu onoga što će se proizvoditi, u kojoj količini i na koji način. Sadrži projektni zadatak, opis tehnološkog procesa – osnovni zadatak prehrambenog tehnologa i nacрте (tlocrt prostorija i glavne opreme (linija) u objektu u mjerilu 1:50, 1:100 i 1:200) (Balbino, 2021).

2.1.2.5. Izvedbeni projekt

Prema Zakonu o gradnji izvedbeni projekt mora biti izrađen u skladu s glavnim projektom. Radi se na temelju glavnog projekta nakon određivanja isporučitelja opreme i izvođača radova. Izvedbenim projektom se razrađuje tehničko rješenje dano glavnim projektom te se na osnovu njega gradi građevina. Izvedbeni projekt točno definira izvedbu postrojenja ili uređaja (Balbino, 2021; Zakon o gradnji, 2013).

2.1.3. Pravni aspekti projektiranja pogona

Svaki objekt prehrambene industrije mora zadovoljiti zakonodavstvo Republike Hrvatske, a najvažniji zakonski propisi koji reguliraju izgradnju objekata prehrambene industrije su:

1. Zakon o gradnji (Zakon o gradnji, 2013),
2. Zakon o hrani (Zakon o hrani, 2013),
3. Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu, 2013).

Osim glavnih zakonskih propisa, važni su i specifični zakonski propisi koji obuhvaćaju osnovna pravila za subjekte u poslovanju s hranom te uvode postupke temeljene na principima HACCP-a, dobre higijenske prakse (eng. *Good Hygienic Practice*, GHP) i dobre proizvođačke prakse (eng. *Good Manufacturing Practice*, GMP), a to su:

1. Uredba (EZ) br. 852/2004 Europskog Parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o higijeni hrane,
2. Uredba (EZ) br. 853/2004 Europskog Parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o utvrđivanju određenih higijenskih pravila za hranu životinjskog podrijetla,
3. Pravilnik o registraciji subjekata te registraciji i odobravanju objekata u poslovanju s hranom (NN 84/2015),
4. Pravilnik o vođenju Upisnika registriranih i odobrenih objekata te o postupcima registriranja i odobravanja objekata u poslovanju s hranom (NN 125/2008),
5. Pravilnik o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava (NN 68/2015).
6. Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 105/2020)

2.1.3.1. Zakon o gradnji (NN 153/13)

Zakonom o gradnji se uređuje projektiranje, građenje, uporaba i održavanje građevina te provedba upravnih i drugih postupaka radi osiguranja zaštite i uređenja prostora te osiguranja temeljnih zahtjeva za građevinu i drugih uvjeta propisanih za građevine. U skladu s ovim Zakonom se izrađuju projekti (glavni projekt) prema propisima donesenim na temelju ovoga Zakona i posebnim propisima te pravilima struke u pogledu pitanja koja nisu uređena ovim Zakonom (Zakon o gradnji, 2013). Izradi glavnog projekta u prehrambenoj industriji prethodi izrada Elaborata tehničko-tehnološkog rješenja, a izrađuje je ovlašteni prehrambeni inženjer.

2.1.3.2. Zakon o hrani (NN 81/13)

Zakonom o hrani se utvrđuju nadležna tijela i zadaće nadležnih tijela, obveze subjekata u poslovanju s hranom i hranom za životinje, službene kontrole te se propisuju upravne mjere i prekršajne odredbe za provedbu: Uredbe (EZ) br. 178/2002; Uredbe Komisije (EZ) br. 1304/2003; Uredbe Komisije (EZ) br. 2230/2004; Uredbe Komisije (EZ) br. 608/2004; Uredbe Komisije (EU) br. 115/2010; Uredbe Komisije (EU) br. 16/2011; Provedbene uredbe Komisije (EU) br. 931/2011; Provedbene uredbe Komisije (EU) br. 208/2013; Odluke Komisije 2004/478/EZ; Uredbe (EZ) br. 1760/2000. Ovaj Zakon se primjenjuje na sve faze proizvodnje, prerade i distribucije hrane i hrane za životinje, osim na primarnu proizvodnju namijenjenu za osobnu uporabu u kućanstvu ili pripremu, rukovanje i skladištenje hrane u kućanstvu namijenjene za osobnu potrošnju u kućanstvu (Zakon o hrani, 2013).

2.1.3.3. Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 81/13)

Ovim se Zakonom utvrđuju nadležna tijela i zadaće nadležnih tijela, obveze subjekata u poslovanju s hranom, službene kontrole te se propisuju upravne mjere i prekršajne odredbe za provedbu: Uredbe (EZ) br. 852/2004; Uredbe Komisije (EZ) br. 2073/2005; Uredbe Komisije (EU) br. 210/2013; Uredbe Komisije (EZ) br. 37/2005 (Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu, 2013). Jedna od prepoznatljivih značajki prerade hrane je briga za sigurnost i higijenu hrane. Ovaj aspekt predstavlja temeljno pitanje u svim fazama prehrambenog inženjerstva, od razvoja proizvoda do dizajna postrojenja, od proizvodnje do distribucije (Berk, 2018). Osim Zakona o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu, važan je i Pravilnik o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava. HACCP (eng. *Hazard Analysis and Critical Control Point*) je sustav kontrole koji omogućava identifikaciju, procjenu i uspostavu kontrole nad kemijskim, fizičkim i biološkim opasnostima koje su važne za sigurnost hrane u bilo kojoj fazi pripreme, proizvodnje, prerade,

pakiranja, skladištenja, prijevoza i distribucije hrane (Pravilnik, 2015). Za sve industrijske procese je zajednička potreba za kontrolom vođenja procesa. Uvođenje suvremenih mjernih metoda i strategija upravljanja nedvojbeno je jedan od najznačajnijih napretka u prehrambenom inženjerstvu posljednjih godina (Berk, 2018).

2.1.4. Ekonomski aspekti projektiranja pogona

Analiza troškova važan je dio procesa i projektiranja postrojenja. Ulaganje u fiksni kapital, za procesnu opremu, troškove proizvodnje i opće troškove, treba uzeti u obzir u ranim fazama projektiranja (Saravacos i Kostaropoulos, 2016). Ekonomska analiza pogona prehrambene industrije temelji se na procjeni kapitalnih troškova (ili ulaganja u fiksni kapital) i operativnih troškova (troškovi poslovanja). Također se utvrđuje i rentabilnost prehrambenog pogona korištenjem suvremenih ekonomskih koncepata poput vremenske vrijednosti novca, amortizacije i novčanog toka. Osnova ekonomske analize postrojenja je procjena troškova kapitala (Maroulis i Saravacos, 2008).

2.1.4.1. Kapitalni trošak

Procjene kapitalnih troškova koriste se pri odlučivanju o razvoju projekta novog postrojenja ili pri proširenju i rekonstrukciji postojećih postrojenja. Procjene troškova su približne, a vjerojatni raspon točnosti treba navesti kad god je to moguće (Maroulis i Saravacos, 2008). Osnovni podaci koji su potrebni prilikom projektiranja prehrambenog postrojenja su podaci o materijalima, proizvodnim operacijama te operacijama pakiranja i skladištenja. Raspodjela troškova ovisi o veličini i kapacitetu pogona za preradu hrane te tako na lokaciju otpada otprilike 25 % troškova, na procesnu opremu 40 %, 15 % na ugradnju opreme, 10 % na inženjerstvo i 10 % na ostale troškove (Maroulis i Saravacos, 2003).

2.1.4.2. Operativni trošak

Operativni troškovi mogu se podijeliti na operativne troškove procesa i neproizvodne troškove. Proizvodni troškovi procesa uključuju troškove sirovina, komunalnih usluga, i osoblja. Neproizvodni troškovi uključuju troškove distribucije, prodaje, istraživanja i razvoja te troškove vođenja tvrtke (Maroulis i Saravacos, 2008). Najveći operativni trošak u preradi hrane je trošak sirovina i materijala za pakiranje, koji može iznositi 60-70 % ukupnih troškova. Ostali značajni troškovi su rad, energija i amortizacija opreme (Maroulis i Saravacos, 2003).

Ekonomska analiza (profitabilnost) može se procijeniti povratom ulaganja, neto sadašnjom vrijednošću ili kumuliranim novčanim tijekom (Maroulis i Saravacos, 2003). Provodi se tako da se ispituju različiti scenariji kako bi se odredio učinak promjena prodajne cijene, obujma prodaje, kapitalnih zahtjeva i operativnih troškova na profitabilnost (Maroulis i Saravacos, 2008). Razdoblje povrata u prehrambenoj industriji obično iznosi 5 godina. Preliminarna procjena troškova postrojenja temelji se na cijeni glavne opreme za preradu. Cijena glavne opreme za preradu hrane je relativno visoka jer se koriste manje jedinice izrađene od skupih materijala (nehrđajući čelik, higijenski dizajn). Kao rezultat toga, procijenjeni trošak postrojenja za preradu hrane je oko 1,5 do 2,5 puta veći od cijene opreme za preradu (Maroulis i Saravacos, 2003).

2.2. BADEM

Badem je izraz koji se primjenjuje za sjeme badema (*Prunus dulcis*), pripadnika roda *Prunus* L. unutar porodice Rosaceae, koji je porijeklom iz središnje Azije te se uzgaja u mediteranskom tipu klime, uključujući Kaliforniju, Mediteran i Australiju (Franklin i Mitchell, 2019). Slatki bademi (*Prunus amygdalus dulcis*), koji se smatraju koštičavim voćem, vrlo su popularan sastojak u ljudskoj prehrani jer se koriste za ukrašavanje kolača i drugih delicija, pladnja povrća ili mesa. Bademi se stoljećima koriste u ljudskoj prehrani, budući da imaju važna nutritivna i farmakološka svojstva (Fasoli i sur., 2011). Bademi su ponajviše cijenjeni zbog svog uravnoteženog sastava u sadržaju bjelančevina i masti, vlakana, vitamina i minerala, ali i jer ne sadrže laktozu (Maghsoudlou i sur., 2016; Hasan, 2012).

Osim komercijalno uzgojenih badema, opisano je najmanje 30 vrsta divljih badema, koji su općenito gorči od kultiviranih sorti (Company i sur., 2017). Fenotipovi badema su okarakterizirani kao slatki (*Prunus dulcis*), polugorki ili gorki, ovisno o koncentraciji amigdalina u jezgri. Zbog visokog sadržaja amigdalina (> 3 %), gorki bademi su značajan izvor benzaldehida, koji je važna aromatična tvar, također poznata kao bademovo ulje ili esencija badema (Franklin i Mitchell, 2019). Međutim, većina proizvođača i prerađivača badema fokusira se na kultivirane slatke bademe, a popularnost slatkih badema u usporedbi s drugim orašastim plodovima posljednjih je godina porasla (Franklin i Mitchell, 2019; Company i sur., 2012). Jezgra badema sadrži različite količine amigdalina, cijanogenog glikozida koji se razgrađuje na cijanovodičnu kiselinu i benzaldehid, kao odgovor na drobljenje jezgre i

izlaganje vodi ili slini (Franklin i Mitchell, 2019; Yildirim i sur., 2010). Postoje neke studije koje su prijavile toksičnost amigdalina na ljudsko zdravlje (Newton i sur., 1981).

Uobičajena konzumacija badema ne dovodi do debljanja, a čini se da njihovo uključivanje u niskokalorične dijetе potiče mršavljenje (Sethi i sur., 2016; Fasoli i sur., 2011). Također, bademi imaju nizak glikemijski indeks i ne utječu negativno na osjetljivost na inzulin (Fasoli i sur., 2011; Mirrahimi i sur., 2011). Bademi su izvrstan izvor bioraspoloživog α -tokoferola i mangana (Sethi i sur., 2016; Fasoli i sur., 2011). Osim svih ovih blagodati, badem posjeduje i potencijalna prebiotička svojstva, kojima pridonosi arabinoza prisutna u pektinskim tvarima stanične stijenke, a koje doprinose snižavanju razine lipoproteina niske gustoće (LDL kolesterola) u plazmi (Lipan i sur., 2020; Sethi i sur., 2016; Dhakal i sur., 2014).

2.3. BADEMOV NAPITAK

Bademov napitak potječe iz mediteranske regije i konzumira se dugi niz godina (Torna i sur., 2020). U srednjovjekovnim kuhinjama bademov napitak bio je jedna od osnovnih namirnica jer se kravljе mljеko nije dugo zadržavalo zbog kvarenja, a obično bi se odmah pretvorilo u maslac ili sir (Fasoli i sur., 2011). Povećana je potražnja za ne-mliječnim napicima zbog alergija na mliječne proteine i laktozu te je značajna pozornost posvećena napicima od badema zbog njihove dobre nutritivne vrijednosti i funkcionalnosti (Maghsoudlou i sur., 2016). Bademov napitak je neosporno hranjiv s malo ili nimalo nezasićenih masti, za razliku od kravljeg mljеka te ne sadrži laktoze, što ga čini sigurnim za osobe s intolerancijom na laktozu ili alergijom na mljеko (Torna i sur., 2020; Fasoli i sur., 2011). Također može biti prikladna zamjena za kravljе mljеko za vegane i odrasle vegetarijance (Lipan i sur., 2020; Torna i sur., 2020). Kako ne sadrži zasićene masti te je niskokalorično, moglo bi biti privlačno i pojedincima koji pokušavaju ograničiti konzumaciju zasićenih masti (Torna i sur., 2020; Sethi i sur., 2016).

2.4. BADEMOVO BRAŠNO

U procesu proizvodnje bademovog napitka dobivena pogača nakon filtracije se sušenjem provodi u novi proizvod. Taj nusproizvod je bademovo brašno. Za razliku od drugih vrsta brašna, bademovo brašno ne sadrži gluten. Gluten je sastavni dio hrane dostupan u nekim žitaricama. Određeni postotak populacije pri konzumaciji hrane koja sadrži gluten se suočava sa zdravstvenim problemima, poput celijakije (Yildiz i Gocmen, 2021). Celijakija je jedan od

najčešćih poremećaja povezanih s konzumacijom hrane (Yildiz i Gocmen, 2021; Alves i sur., 2016; Zannini i sur., 2012). Kod osoba oboljelih od celijakije dolazi do upale u gornjem dijelu tankog crijeva, koju uzrokuju proteinske frakcije (glutenin i glijadin), a rezultat je nepravilna apsorpcija hrane (Yildiz i Gocmen, 2021; Zannini i sur., 2012). S druge strane, proteini glutena imaju ključnu ulogu u kvaliteti pekarskih proizvoda jer su odgovorni za sposobnost upijanja vode, viskoznost i fleksibilnost proizvodnje tijesta. Budući razvoj bezglutenskih proizvoda je neizbježan za proizvođače pekarskih proizvoda s obzirom da sve veći broj ljudi pokazuje intoleranciju na gluten (Yildiz i Gocmen, 2021).

Bademovo brašno se može koristiti kao alternativni sastojak bez glutena (Yildiz i Gocmen, 2021). Zbog svog bogatog kemijskog sastava smatra se funkcionalnom hranom (Miedzianka i sur., 2021).

2.5. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE BADEMOVOG NAPITKA

Proces proizvodnje napitka na bazi badema započinje fazom namakanja u vodi (Penha i sur., 2021; Aydar i sur., 2020; Maghsoudlou i sur., 2016). Nakon namakanja, bademe je potrebno ocijediti te isprati hladnom vodom (Maghsoudlou i sur., 2016; Dhakal i sur., 2014). Slijedi vaganje badema kako bi se točno odredila količina koju su apsorbirali plodovi (Maghsoudlou i sur., 2016). Idući korak je blanširanje (Penha i sur., 2021; Aydar i sur., 2020; Sethi i sur., 2016). Slijedi mokro mljevenje koje uključuje dodavanje vode tijekom mljevenja sirovine (Penha i sur., 2021; Aydar i sur., 2020). Tijekom mokrog mljevenja u dobivenu smjesu se dodaje i emulgator (Aydar i sur., 2020; Hasan, 2012). Za odvajanje ostataka iz napitka je odgovorna filtracija (Penha i sur., 2021). Velike čestice se uklanjaju centrifugiranjem (Sethi i sur., 2016). Potom se provodi operacija homogenizacije koja smanjuje veličinu masnih globula te rezultira ujednačenom teksturom i izgledom napitka (Torna i sur., 2020; Sethi i sur., 2016; Valencia-Flores i sur., 2013; Hasan, 2012).

Bademov napitak je vrlo hranjiv medij te je pogodan kvarenju i razvoju patogenih mikroorganizama (Hasan, 2012). Također sadrži visoke koncentracije višestruko nezasićenih masnih kiselina osjetljivih na oksidativno i hidrolitičko kvarenje (Wang i sur., 2008). Stoga se na bademov napitak primjenjuju toplinski tretmani kako bi se produžila njegova mikrobiološka stabilnost (Hasan, 2012).

2.6. BILJNI EKSTRAKTI

Ljekovito bilje je, još iz davnih dana, predstavljalo najvažnije ljekovito oruđe čovjeka. Mnogo ljekovito bilje ima povoljno djelovanje na ljudski organizam ili inhibira djelovanje patogena (Mocanu i sur., 2009). Ljekovite i aromatične biljke u prehrambenoj industriji koriste se za dodavanje arome i okusa prehrambenim proizvodima. Povećanje korištenja ovih ljekovitih i aromatičnih biljaka posljedica je njihovih antioksidativnih, antidijabetičkih i antihipertenzivnih svojstava, visokog sadržaja fenola te antimikrobnog djelovanja (Yerlikaya i sur., 2021). Dodavanje antioksidansa (vitamina, minerala i fitonutrijenata) je trend u razvoju funkcionalne hrane (Camacho-Bernal i sur., 2021; Gad i El-Salam, 2010). Potrošači današnjice općenito prepoznaju zdravstvene dobrobiti proizvoda s dodacima. Na tržištu su dostupni proizvodi poput mlijeka i mliječnih proizvoda obogaćenih vitaminima, raznih probiotika, no i biljnih napitaka obogaćenih određenim vitaminima (Gad i El-Salam, 2010).

Poznato je da su mnoge ljekovite biljke također izvrsni izvori fitokemikalija kao što su fenolni i polifenolni spojevi (npr. fenolne kiseline, tanini, flavonoidi itd.) (Amensour i sur., 2010). Od najvažnijih sastojaka koji se mogu koristiti za razvoj funkcionalnih proizvoda, fitonutrijenti se preferiraju kao prirodni izvor antioksidansa (Gad i El-Salam, 2010). Antioksidansi su spojevi koji, kada se dodaju prehrambenim proizvodima, posebno hrani bogatoj lipidima, imaju sposobnost produžiti rok trajanja usporavanjem procesa peroksidacije lipida, jednog od glavnih razloga kvarenja prehrambenih proizvoda tijekom obrade i skladištenja (Amensour i sur., 2009). Fitonutrijenti uključuju karotenoide (biljne pigmente topljive u lipidima), fenole i polifenole (biljne pigmente topljive u vodi) te nekoliko spojeva koji sadrže sumpor (Gad i El-Salam, 2010). Fenolni spojevi imaju različite biološke aktivnosti kao što su antibakterijska, antikancerogena, protuupalna, antivirusna, antialergijska i imunostimulirajuća aktivnost (Amensour i sur., 2010). Zabrinutost za sigurnost sintetskih antioksidansa povećala je interes potrošača za prirodne antioksidanse te je došlo do porasta interesa za korištenje biljnih ekstrakata kao preferiranog prirodnog i sigurnog izvora polifenola za zamjenu sintetskih antioksidanasa (Amensour i sur., 2010; Gad i El-Salam, 2010; Amensour i sur., 2009).

Aktivne frakcije iz biljnog materijala mogu se dobiti pomoću nekoliko postupaka, kao što su destilacija, maceracija i dekokcije (Damiani i sur., 2014).

2.6.1. Mirta (*Myrtus communis* L.)

Mirta (*Myrtus communis* L.) je zimzeleni grm iz porodice Myrtaceae široko rasprostranjen na području Sredozemlja u spontanim tvorevinama grmolikog pokrivača (Medda i Mulas, 2021; Amensour i sur., 2009). Biljka se tradicionalno koristi u liječenju urinarnih infekcija, probavnih problema, bronhalne kongestije, sinusitisa i suhog kašlja (Medda i Mulas, 2021). Listovi i plodovi su ekonomski najvažniji dijelovi biljaka te su veoma aromatični zbog visokog udjela eteričnog ulja (Medda i Mulas, 2021; Amensour i sur., 2009). Listovi sadrže žlijezde eteričnog ulja i koriste se za ekstrakciju (Medda i Mulas, 2021). Glavni spojevi eteričnog ulja lišća su α -pinen, 1,9-cineol i limonen (Tuberoso i sur., 2006). Mirta ima primjenu u nutraceutskoj, farmaceutskoj i prehrambenoj industriji zbog svojih bioloških, protuupalnih svojstava i svojstava protiv starenja (Medda i Mulas, 2021). Mnoge biljke iz porodice Myrtaceae imaju antimikrobno i antifungalno djelovanje, a mirta je najpoznatija po svom antihiperглиkemijskom, analgetskom, antigenotoksičnom i antibakterijskom djelovanju (Berendika i sur., 2022; Amensour i sur., 2010; Amensouor i sur., 2009; Mansouri i sur., 2001).

2.6.2. Lovor (*Laurus nobilis* L.)

Laurus nobilis L., poznatiji kao lovor, koji pripada obitelji Lauraceae, jedan je od najraširenijih kulinarskih začina u mnogim zemljama (Molina i sur., 2020). Porijeklom lovor potječe iz jugozapadne Azije i jugoistočne Europe te se proširio po području Mediterana (Orhan i sur., 2015). Osušeni listovi lovora i njihovo eterično ulje koriste se kao vrijedan začini i aroma u kulinarskoj i prehrambenoj industriji (Damiani i sur., 2014). U tradicionalnoj medicini koristi se za liječenje dermatitisa, reume, bolova u ušima, probavne smetnje, uganuća, dijabetesa, migrene (Ferrini i sur., 2021; Molina i sur., 2020). Ekstrakt lovorovog lista posjeduje antimikrobna, antifungalna i antioksidativna svojstva te pospješuje zacjeljivanje rana i djeluje neuroprotektivno, analgetički, antikonvulzivno, antimutageno, antivirusno, antikolinergički i imunomodulirajuće (Berendika i sur., 2022; Ferrini i sur., 2021; Molina i sur., 2020; Damiani i sur., 2014). Također ekstrakt nudi sigurnu alternativu za kontrolu kontaminacije i/ili kvarenja hrane, kao i zaraznih bolesti, ciljanjem na biofilm i virulentnost bakterija. Zbog svog antimikrobnog djelovanja, lovor bi se mogao koristiti u prehrambenoj industriji kao konzervans (Molina i sur., 2020).

2.6.3. Komorač (*Foeniculum vulgare* Mill.)

Komorač (*Foeniculum vulgare* Mill.) je jedna od drevnih začinskih biljaka. Zbog svoje uporabe u farmaceutskoj, prehrambenoj i kozmetičkoj industriji zauzima značajno mjesto među ljekovitim biljkama od gospodarskog značaja (Yakut i sur., 2020). Komorač pripada porodici Apiaceae, a porijeklo vuče iz područja Sredozemlja (Yakut i sur., 2020; Sadeghpour i sur., 2015). Riječ je o ljekovitoj biljci, koju ljudi poznaju i koriste od davnina kao lijek (Yakut i sur., 2020). Jedinstvenog je okusa i mirisa, a koristi se i u kulinarstvu (Oktay i sur., 2003). Ima mnoga korisna svojstva, uključujući protuupalno, antioksidativno, antibakterijsko, antifungalno, antivirusno i imunomodulatorno djelovanje. Učinkovit je u liječenju gastrointestinalnih problema kao što su zatvor, proljev, nadutost, gastralgija, gastritis, iritabilno debelo crijevo, bol u želucu, kao i protiv grčeva, grčeva i laksativ. Utvrđeno je da ima povoljan učinak na crijevnu upalu kod upalnih bolesti crijeva (Yakut i sur., 2020). Vodeni i etanolni ekstrakt komorača djeluje kao jaki antioksidans (Sadeghpour i sur., 2015).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. PROJEKTNI ZADATAK

Nalaže se izrada Elaborata tehničko-tehnološkog rješenja pogona za preradu badema dnevnog prerađivačkog kapaciteta od 2 t na području Grada Zagreba (Žitnjak). Elaborat tehničko-tehnološkog rješenja bit će sastavni dio ostale projektne dokumentacije potrebne za ishodaenje dozvola za izgradnju i puštanje objekta u rad. Nalaže se projektiranje pogona na području Grada Zagreba. Elaboratom je potrebno predvidjeti proizvodne sadržaje koji će omogućiti dnevni kapacitet prerade badema od 2 t na osnovi jednosmjenskoga radnog vremena po 8 h, sedmodnevnog radnog tjedna i 330 radnih dana u godini.

Tehnološka rješenja za izradu Elaborata tehničko-tehnološkog rješenja pogona za proizvodnju bademovog napitka s dodacima projektant se obvezuje izraditi prema zadacima definiranim u ovom projektnom zadatku. U Elaboratu tehničko-tehnološkog rješenja pogona potrebno je dati detaljna tehnološka rješenja za svaki proizvod koji se planira u proizvodnji te smještaj linija za proizvodnju.

Za potrebe proizvodnih linija u predviđenom objektu potrebno je predvidjeti adekvatan prostor za smještaj svih proizvodnih (skladišta gotovog proizvoda, ambalaže i upakiranog proizvoda; proizvodnja, i sl.) i neproizvodnih (uređi, sanitarno-garderobni blokovi, laboratorij, čajna kuhinja i sl.) sadržaja prema dimenzijama potrebne opreme, odnosno na osnovi pregleda dostupne tipske opreme, a zadatak ovog projekta je detaljno razraditi dana tehnološka rješenja na osnovi realnih linija dobivenih od proizvođača opreme.

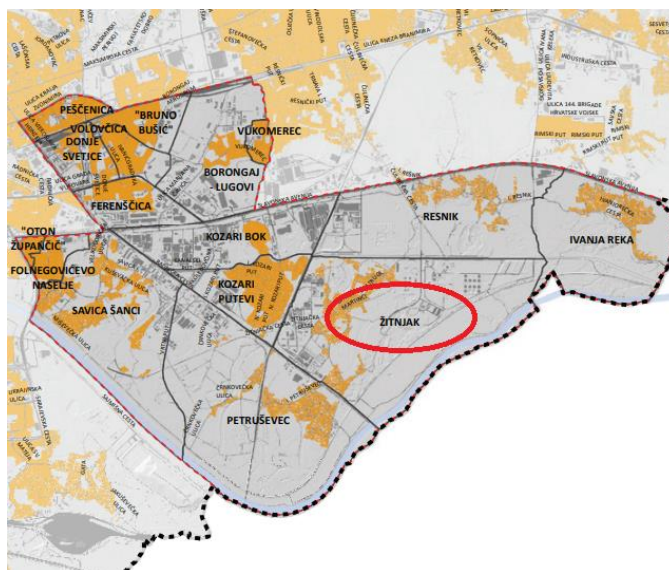
U Elaboratu treba prikazati tehnološku koncepciju pogona za proizvodnju bademovog napitka s dodacima i dati opis tehnološkog procesa s blok shemama proizvodnje. Također je potrebno dati popis uređaja i opreme, materijalnu i energetska bilancu te potrebe na radnoj snazi i popis prostorija.

Grafički prikaz pogona treba dati tlocrtno.

Sve prostorije treba projektirati sukladno zakonskoj regulativi primjenjivanoj u Republici Hrvatskoj, vodeći računa i o standardima EU, a dana rješenja u Elaboratu trebaju omogućiti proizvodnju sukladno HACCP-u, GHP-u, GMP-u i ostalim primjenjivim standardima.

3.2. ANALIZA LOKACIJE

Budući da bademi nisu karakteristični za Republiku Hrvatsku, tvornica za preradu badema bit će izgrađena u okolici Žitnjaka (industrijska zona), gradska četvrt Peščenica – Žitnjak (slika 1) zbog prometne povezanosti. Kako bi manipulacija sirovinom i gotovim proizvodom bila što lakša, tvornica mora imati pristup cestovnom prometu. Industrijska zona je udaljena 6,7 km od međunarodne teretne i putničke zračne luke Zagreb.



Slika 1. Prikaz lokacije gradnje tvornice za preradu badema (prema Grad Zagreb, 2019)

Urbanistički plan, prostora površine 49893 m², nalazi se u Ulica Gordana Lederera, s izlazom na državnu cestu D3 (slika 2). Čestica (200/1) ima dozvolu za građenje. Površina je bez nagiba (Arcod, 2022).



Slika 2. Točna lokacija pogona (označena žutom linijom) (prema Katastarskom registru Državne geodetske uprave)

3.3. ANALIZA SIROVINA

Badem, lat. *Prunus dulcis*, je sjeme stabla badema. Pripada rodu *Prunus* L., unutar porodice Rosaceae (Franklin i Mitchell, 2019; Company i sur., 2017). Za razliku od ostalih vrsta ovog roda, čiji je komercijalni interes u njihovom sočnom mesu ili mezokarpu, badem je jedina vrsta koja se uzgaja zbog sjemena. Iz tog razloga se badem smatra orašastim plodom umjesto koštičavim voćem, unatoč vrlo bliskim genetskim sličnostima s ostalim koštičavim voćem, npr. breskvom (Company i sur., 2017).

Potječe iz središnje Azije te se uzgaja u mediteranskom tipu klime, uključujući Kaliforniju, Mediteran i Australiju (Franklin i Mitchell, 2019). Badem je dobro prilagođen blagim zimama i suhim, vrućim ljetnim uvjetima. Biljka cvjeta rano, pokazuje brzi rast izdanaka i visoku toleranciju na ljetne vrućine i sušu. Mediteransku klimu također karakterizira vrlo mala količina oborina tijekom kasne zime, ljeta i rane jeseni, što je od posebnog značaja zbog velike osjetljivosti badema na bolesti lišća. Iako su oborine neophodne za osiguravanje prihvatljivog uroda, kiše tijekom jeseni ometaju operacije berbe, a tijekom cvatnje ometaju oprašivanje (Company i sur., 2012).

Prunus dulcis je malo listopadno drvo (4 – 10 m visine). Stabla badema nisu odmah produktivna i donose plod tek nakon 5 godina. U jesen, 7 do 8 mjeseci nakon cvatnje, plod postaje zreo (Mirrahimi i sur., 2011). Uglavnom raste na stjenovitim padinama između 700 i 1800 m nadmorske visine. Plodovi su prilično veliki (2,5 × 1,5 cm) (Company i sur., 2017).

Plod badema je koštica sastavljena od vanjske mesnate ljuske (egzokarp) koja okružuje tvrdnu ljusku (mezokarp) te štiti jestivo sjeme ili jezgru (Franklin i Mitchell, 2019; Mirrahimi i sur., 2011). Sjemenski omotač odnosno egzokarp se naziva pelikula ili koža (Kester i sur., 2003). Jezgre uzgojenog slatkog badema uglavnom se sastoje od lipida (mononezasićenih masnih kiselina), proteina (oko 20 % suhe tvari), vlakana, mineralnih tvari (mangan, magnezij, bakar, fosfor) i visoke koncentracije vitamina E i fenola (Franklin i Mitchell, 2019; Fasoli i sur., 2011; Yildirim i sur., 2010) u količinama prema tablici 1. Lipidi badema su prvenstveno nezasićene masne kiseline, uglavnom oleinska (C18:1) i linolna (C18:2) (Lipan i sur., 2020; Yildirim i sur., 2010). Iako gotovo 50 % težine badema čine masti, povećani unos (od 7 g) ovog orašastog ploda dnevno smanjuje kolesterol lipoproteina niske gustoće (LDL) za koncentraciju od 1 % (Fasoli i sur., 2011). Osim toga, jezgra badema ima značajne razine antioksidativnog djelovanja i uklanjanja slobodnih radikala (Yildirim i sur., 2010). Nedavno

su okarakterizirani polifenolni spojevi badema koji posjeduju antioksidativno djelovanje (Fasoli i sur., 2011).

Tablica 1. Kemijski sastav badema (*prema* Mirrahimi i sur., 2011; Chen i sur., 2005; Kester i sur., 2003)

Hranjiva tvar	Jedinica	Po 100 g
Makronutrijenti		
Voda	g	5,25
Energija	kcal	578
Proteini	g	21,26
Ukupni lipidi	g	50,64
Ugljikovodici	g	19,74
Dijetalna vlakna	g	11,80
Minerali		
Kalcij	mg	248
Željezo	mg	4,30
Magnezij	mg	275
Fosfor	mg	474
Kalij	mg	728
Natrij	mg	1
Cink	mg	3,36
Bakar	mg	1,11
Magnezij	mg	2,54
Selen	μg	2,80
Vitamini		
Tiamin	mg	0,24
Riboflavin	mg	0,81
Niacin	mg	3,93
Pantotenska kiseline	mg	0,35
Vitamin B6	mg	0,13
Folna kiselina	μg	29
Vitamin A	IU	5,00
Vitamin E		
α-tokoferol	mg	26,22
β-tokoferol	mg	0,29
γ-tokoferol	mg	0,89
Lipidi		
Zasićene masti	g	3,88
Mononezasićene masti	g	32,16
18:1	g	31,92
Polinezasićene masti	g	12,21
18:2	g	12,21

Tablica 1. Kemijski sastav badema (*prema* Mirrahimi i sur., 2011; Chen i sur., 2005; Kester i sur., 2003) (nastavak)

Hranjiva tvar	Jedinica	Po 100 g
Fitosteroli	mg	120
Aminokiseline		
Lizin	g	0,60
Arginin	g	2,47
Ostalo		
β-karoten	μg	3
Ukupni fenoli	mg ^a	418
Ukupni flavonoidi	mg ^a	23,89

^aizraženo kao ekvivalent galne kiseline

3.3.1. Mikotoksini

Aflatoksini su toksični sekundarni metaboliti koje proizvode različiti sojevi gljiva, poput *Aspergillus flavus* i *A. parasiticus*, koji se nalaze široko rasprostranjeni kao zagađivači u velikom broju usjeva – žitaricama, uljaricama, orašastim plodovima i začinima (Caceres i sur., 2020; Marchese i sur., 2018). Vruća i vlažna klima potiču širenje plijesni koje proizvode aflatoksine, što predstavlja veću opasnost u tropskim područjima svijeta, no kontaminacija je uzrokovana i kombinacijom meteoroloških uvjeta, čimbenika okoliša i nepravilnih poljoprivrednih praksi, npr. nepravilnom berbom i skladištenjem (Marchese i sur., 2018). Postoji više od 20 vrsta molekula aflatoksina, iako su najistaknutiji aflatoksini B1, B2, G1 i G2 (Caceres i sur., 2020; Ismail i sur., 2018). Sva četiri toksina mogu proizvesti druge derivate kada se metaboliziraju nakon gutanja, no B1 je najčešći te ujedno i najštetniji (Caceres i sur., 2020; Marchese i sur., 2018). Međunarodna agencija za istraživanje raka (eng. *International Agency for Research on Cancer, IARC*) procijenila je epidemiološke i laboratorijske studije te naznačila aflatoksine kao kancerogene spojeve Skupine 1 (Ostry i sur., 2017; IARC, 2002).

Aflatoksin B1 jedan je od najopasnijih mikotoksina koji kontaminira hranu i hranu za životinje zbog svojih dokazanih kancerogenih svojstava kod ljudi i česte prisutnosti u mnogim prehrambenim proizvodima diljem svijeta (Caceres i sur., 2020; Mahato i sur., 2019; Schatzki, 1996). Studije su pokazale da kronična izloženost aflatoksinu B1 može dovesti do brojnih bolesti, uključujući supresiju imuniteta kod ljudi i životinja, malapsorpciju hranjivih tvari, neplodnost, endokrine probleme kao i teratogene te kancerogene učinke poput raka jetre (Caceres i sur., 2020; Mahato i sur., 2019; Ismail i sur., 2018; Bbosa i sur., 2013).

Neizravna izloženost aflatoksinima jedna je od glavnih zabrinutosti za zdravlje ljudi i životinja, budući da se ti spojevi mogu prenijeti na potomstvo tijekom trudnoće ili laktacije, ali i konzumiranjem kontaminiranih proizvoda poput mlijeka, jaja i mesa (Ismail i sur., 2018; Marchese i sur., 2018). Sukladno tome, aflatoksini još uvijek predstavljaju veliki socio-ekonomski i zdravstveni problem, kako za zemlje u razvoju, tako i za industrijske zemlje (Marchese i sur., 2018; Bbosa i sur., 2013). Širok raspon nuspojava uzrokovanih djelovanjem aflatoksina naziva se aflatoksikoza i javlja se u dva oblika: akutna intoksikacija i kronična subletalna izloženost (Marchese i sur., 2018). Najznačajniji utjecaj aflatoksina na ljudsko zdravlje je pojava hepatocelularnog karcinoma (Ismail i sur., 2018).

Aflatoksini pokazuju veliku otpornost na konvencionalne tretmane koji se obično primjenjuju u preradi hrane ili hrane za životinje, uključujući blanširanje, pasterizaciju, sterilizaciju i druge toplinske primjene (Ismail i sur., 2018; Rodrigues i sur., 2012; Rustom, 1997). Iz tog su razloga preventivne mjere kontaminacije bitne u cijelom proizvodnom lancu, uglavnom tijekom operacija prije i nakon žetve (Ismail i sur., 2018; Rodrigues i sur., 2012). Dva istraživanja na obrađenim kalifornijskim bademima (Schatzki, 1996; Schade i sur., 1975) pokazala su da su aflatoksini pronađeni uglavnom na mljevenom materijalu, vjerojatno kao rezultat integracije oštećenih badema (djelovanjem kukaca) zbog nedostatka sortiranja. Pokazalo se da uklanjanje vidljivo oštećenih orašastih plodova ručnim ili mehaničkim sortiranjem prije obrade značajno smanjuje kontaminaciju prerađenih badema aflatoksinima (Rodrigues i sur., 2012).

Prema Uredbi Europske Komisije (EZ) 1881/2006 o utvrđivanju najvećih dopuštenih količina određenih kontaminanata u hrani, u bademima namijenjenima preradi dozvoljeno je prisustvo $5,0 \mu\text{g kg}^{-1}$ B1 aflatoksina te $10,0 \mu\text{g kg}^{-1}$ sume količine toksina B1, B2, G1 i G2.

3.3.2. Kriteriji tehnološke zrelosti

Optimalno vrijeme berbe može se definirati kao faza kada vrlo visok postotak plodova ostaje na granama, kada su jezgre visoke kvalitete (smanjenog udjela vode) i kada je usjev spreman za berbu odgovarajućim strojem (Espada Carbó i Conell, 2017). Prerano ubrani bademi imaju niži udio šećera i ulja u usporedbi sa zrelim bademima ubranim kasnije u sezoni. Niže koncentracije šećera u rano ubranim orašastim plodovima povezuju se s nedovršenjem ciklusa transformacije šećera (Bai i sur., 2019). Dozrijevanje nije samo karakterizirano konačnim nakupljanjem komponenti jezgre, poput lipida i ugljikohidrata, već i gubitkom vode,

iako ne do potpunog sušenja. U mediteranskoj regiji to se događa uglavnom dok su bademi još na stablu, dok se u Kaliforniji konačno sušenje mezokarpa (ljuske) događa na podu voćnjaka nakon što se orašasti plodovi otresu sa stabala. U mediteranskoj regiji, optimalno vrijeme berbe je kada većina plodova pokazuje relativno suhu ljusku koja se raspada, što omogućuje maksimalnu učinkovitost strojeva za berbu. Stoga se moraju uzeti u obzir parametri koji se odnose na zrelost badema (Espada Carbó i Conell, 2017).

3.3.3. Berba

Uz pripremu voćnjaka (prikladno uređenje površine tla), berba badema uključuje uklanjanje orašastih plodova sa stabla pomoću jednostavnih tresilica (Espada Carbó i Conell, 2017; Pascuzzi i Santoro, 2017). Trenutno je berba badema u većini nasada mehanička jer ručna berba više nije ekonomski isplativa (Espada Carbó i Conell, 2017). Sve raširenija je upotreba tresaća za debla i tresilica. Sama berba čini prosječno 13-17 % konačne komercijalne vrijednosti uroda badema (Pascuzzi i Santoro, 2017). Održava od sredine srpnja kod ranih sorti pa do sredine listopada za kasne sorte. Kasne sorte mogu biti podložne kišama tijekom berbe. Vjerojatnost kiše veća je u nekim proizvodnim područjima, a vjerojatnost raste kako sezona napreduje. Kiša ometa sve operacije berbe te zahtijeva dodatno sušenje orašastih plodova. To rezultira povećanjem troškova uz potencijalno smanjenje kvalitete orašastih plodova. Slijedom toga, prilikom odabira sorte za sadnju treba uzeti u obzir njezin datum sazrijevanja i brzinu kojom sazrijeva (Espada Carbó i Conell, 2017). Bademi se planiraju uvoziti iz Kalifornije (SAD), najvećeg svjetskog proizvođača badema, s obzirom da su dostupni na tržištu tijekom cijele godine (Whitaker i sur., 2010).

3.3.4. Ksilitol

Ksilitol je lako probavljiv, prirodni šećerni alkohol (Grembecka, 2015; Chattopadhyay i sur., 2014; Evendrilek, 2012). Pokazuje antikariogena svojstva jer nije fermentabilan te ga bakterije usne šupljine ne mogu pretvoriti u kiselinu, što omogućuje uspostavljanje povoljne acidobazne ravnoteže u ustima (Chattopadhyay i sur., 2014; Ly i sur., 2006; Nigam i Singh, 1995). Jednake je slatkoće kao i saharoza, ali ima trećinu manje kalorije od nje (Grembecka, 2015; Ly i sur., 2006). Također nema naknadni okus (EPA, 2022; Grembecka, 2015). Ima GRAS status te je dopušten za upotrebu kod djece i trudnica, kod kojih može smanjiti

moćnost pojave karijesa u novorođenčadi (FDA, 2022; Mäkinen, 2011; Milgrom i sur., 2009; Ly i sur., 2006). U usporedbi sa saharozom (100) ima veoma mali glikemijski indeks (8) te je siguran za dijabetičare i hiperglikemičare (EPA, 2022; Grembecka, 2015; Chattopadhyay i sur., 2014). Dokazano je da poboljšava i apsorpciju kalcija te vitamina B skupine (Grembecka, 2015; Vasilescu i sur., 2011).

3.3.5. Lecitin

Fosfolipidi se nalaze u svim životinjskim i biljnim membranama u obliku fosfolipidnog dvosloja (Cui i Decker, 2016; Küllenberg i sur., 2012). Zbog svoje amfifilne prirode lako se mogu adsorbirati na površini s hidrofobnim repom masnih kiselina okrenutim prema uljnoj fazi, dok je polarna glava okrenuta prema vodenoj fazi, što rezultira smanjenom površinskom ili međufaznom napetosti (Deng, 2021; Küllenberg i sur., 2012). U većini staničnih membrana se nalaze glicerofosfolipidi, koji se sastoje od masnih kiselina esterificiranih u glicerolnu okosnicu, fosfatne skupine i hidrofilnog ostatka (npr. kolin, što rezultira fosfatidilkolinom ili lecitinom) (Küllenberg i sur., 2012). Uobičajeni fosfolipidi uključuju fosfatidilkolin (29-46 %), fosfatidiletanolamin (21-34 %) i fosfatidilinozitol (13-21 %) (Deng, 2021; Cui i Decker, 2016; Wendel, 2000). Fosfatidilinozitol stabilizira emulziju služeći kao barijera na površini kapljica ulja ili vode. Fosfatidilkolin i fosfatidiletanolamin sadrže pozitivno nabijene kolinske i etanolaminske skupine te negativno nabijene fosfatne i karbonilne skupine (Deng, 2021). Budući da je komercijalni sojin lecitin mješavina različitih fosfolipida i drugih brojnih sastojaka, njegova površinska aktivnost je kombinirani učinak svih površinski aktivnih tvari (Deng, 2021; Cui i Decker, 2016).

Izvori lecitina mogu biti biljni (npr. soje, suncokreta, uljane repice i sjemena pamuka) i životinjski (npr. jaja, goveđi mozak) (Cui i Decker, 2016; Guiotto i sur., 2015; Wendel, 2000). Biljni lecitin je nusproizvod rafinacije ulja u kojem se tvari koje sadrže fosfor moraju ukloniti kako bi se poboljšala stabilnost ulja i olakšalo daljnje rafiniranje (Guiotto i sur., 2015). Soja je bila primarni komercijalni izvor lecitina za hranu jer je ekonomična za proizvodnju, a pokazuje dobra emulgirajuća svojstva te izvrsnu boju i okus u proizvodnji prehrambenih emulzijskih proizvoda (Deng, 2021; Cui i Decker, 2016; van Nieuwenhuyzen, 1976). Komercijalni sojin lecitin sadrži 34 % triglicerida, 65-75 % fosfolipida i male količine pigmenata, ugljikohidrata, glikolipida, masnih kiselina, sterolnih glikozida i sterola (Deng, 2021; Wendel, 2000; van Nieuwenhuyzen i Szuhaj, 1998). Komercijalni, sirovi lecitin je smeđa do svijetložuta masna

tvar tekuće do plastične konzistencije, a boja ovisi o podrijetlu i uvjetima procesa proizvodnje (Wendel, 2000).

Bademov napitak je emulzija tipa ulje u vodi. Prema drugom zakonu termodinamike, koji kaže da će sustav težiti najnižoj mogućoj razini energije, emulzije su nestabilni sustavi. Kako bi postigla najnižu moguću razinu energije, emulzija bi se odvojila u dvije stabilne faze: ulje i vodu (van Nieuwenhuyzen i Szuhaj, 1998). Emulgator je površinski aktivna molekula sa sposobnošću da se adsorbira na granici faza ulje-voda novonastale emulzije tijekom emulgiranja i štiti kapljice od neposredne koalescencije (Deng, 2021; van Nieuwenhuyzen i Szuhaj, 1998).

U prehrambenoj industriji, lecitin je najvažniji prirodni emulgator (Deng, 2021; Cui i Decker, 2016). No u hrani ima i druge funkcije, poput sredstva za vlaženje, za smanjenje viskoznosti, sredstva protiv prskanja ili za kontrolu kristalizacije (Cui i Decker, 2016; List, 2015). Fosfolipidi se ponekad koriste kao antioksidansi u hrani. Mogu utjecati na oksidaciju lipida tako što vežu prooksidativne metale, proizvode antioksidativne spojeve kroz Maillardove reakcije ili regeneracijom primarnih antioksidansa poput tokoferola (Cui i Decker, 2016). Svjetska zdravstvena organizacija (eng. *World Health Organization*, WHO) potvrdila je sigurnost lecitina te nije odredila prihvatljiv dnevni unos (eng. *Acceptable Daily Intake*, ADI) za lecitin kao aditiv (E322), a Američka Agencija za hranu i lijekove (eng. *Food and Drug Administration*, FDA) mu je dodijelila GRAS status koji dodatno potvrđuje da je siguran (Wendel, 2000).

3.4. ANALIZA GOTOVIH PROIZVODA

3.4.1. Bademov napitak

Bademov napitak proizvodi se od badema i vode (Dhakal i sur., 2014). Komercijalne marke bademovih napitaka proizvode se od filtrirane vode i badema, mješavine vitamina i minerala, soli i dodataka hrani, kao što su gume, askorbinska kiselina, suncokretov lecitin, a mogu se dodati i zaslađivači te arome. Međutim, bademov napitak sadrži vrlo malo badema po obroku, stoga su razine tih hranjivih tvari niže od onih u plodu badema (Torna i sur., 2020). No, poput badema, bademov napitak također je bogat esencijalnim i neesencijalnim hranjivim tvarima poput α -tokoferola, esencijalnih masnih kiselina i širokog spektra drugih fitokemikalija (Dhakal i sur., 2014). Fortifikacija pomaže osigurati adekvatan unos esencijalnih vitamina i

minerala. Bademov napitak može biti obogaćen kalcijem, kao i vitaminima A i D. Prema tablici 2 jedna šalica nezaslađenog bademovog napitka sadrži oko 30 kalorija te samo oko 1 g proteina, dok kravljje mlijeko sadrži 8 g proteina. Porcija bademovog napitka ima samo 2,5 g masti, a ne sadrži zasićene masti. Bademov napitak nije izvor proteina i dijetalnih vlakana (Torna i sur., 2020).

Tablica 2. Nutritivni profil nezaslađenog bademovog napitka (1 šalica) (prema Torna i sur., 2020)

Energija (kalorije)	30
Proteini (g)	1
Ukupni lipidi (g)	2,5
Zasićene masti (g)	0
Ugljikohidrati (g)	1
Vlakna (g)	<1
Ukupni šećeri (g)	0
Vitamin A (µg)	150
Vitamin D (µg)	2,5
Kalcij (µg)	450
Natrij (mg)	125
Kalij (mg)	170

Bademi sadrže ukupno 188 proteina, a među njima je i amandin, ili bademov glavni protein, koji čini 65 % ukupnih topivih proteina badema (Torna i sur., 2020; Dhakal i sur., 2014). Amandin se ne denaturira nakon toplinske obrade i ostaje netaknut, što bademov napitak čini neprikladnim za konzumaciju osobama s alergijama na orašaste plodove (Torna i sur., 2020). Bademov napitak označen je kao prehrambeni proizvod koji sadrži alergen, u skladu s Pravilnikom o označavanju, reklamiranju i prezentiranju hrane (Pravilnik, 2008).

3.4.2. Bademovo brašno

Nusproizvod u proizvodnji bademovog napitka je bademovo brašno. U fazi filtracije u proizvodnji napitka nastaje mokra pogača. Sušenjem pa mljevenjem pogače nastaje bademovo brašno. Bademi se mogu koristiti kao alternativni sastojak bez glutena (Yildiz i Gocmen, 2021). Bogati su bjelančevinama, mononezasićenim masnim kiselinama, tokoferolima, dijetalnim vlaknima, mineralima, vitaminom E i fitokemikalijama (Miedzianka i sur., 2021; Yildiz i Gocmen, 2021). U bademovom brašnu također je utvrđen visok sadržaj ukupnih polifenola,

antioksidativno i antimikrobno djelovanje (Miedzianka i sur., 2021). Osim svoje bogate nutritivne vrijednosti, badem je povoljan sastojak za pekarske primjene zbog visokog sadržaja dijetalnih vlakana i specifičnog okusa (Yildiz i Gocmen, 2021). Bademovo brašno ima primjenu u funkcionalnoj hrani tako što je obogaćuje, a u tablici 3 je prikazan kemijski sastav bademovog brašna (Miedzianka i sur., 2021). Tablica 4 prikazuje kemijski sastav masnih kiselina u bademovom brašnu i iz nje je vidljiv visoki sadržaj oleinske kiseline, odnosno mononezasićenih masnih kiselina.

Tablica 3. Kemijski sastav bademovog brašna (%) (prema Miedzianka i sur., 2021)

Suha tvar	96,38
Pepeo	6,44
Proteini	50,19
Lipidi	10,10
Ugljikohidrati	29,65
Dijetalna vlakna	8,26

Tablica 4. Kemijski sastav masnih kiselina (% od ukupnog sadržaja lipida) u bademovom brašnu (prema Miedzianka i sur., 2021)

Laurinska kiselina (C12:0)	0,01
Miristinska kiselina (C14:0)	0,05
Palmitinska kiselina (C16:0)	6,18
Palmitoleinska kiselina (C16:1)	0,62
Stearinska kiselina (C18:0)	1,63
Oleinska kiselina (18:1)	64,98
Linolna kiselina (18:2)	26,14
Linolenska kiselina (18:3)	0,26
Arahidska kiselina (C20:0)	0,08
Behenijska kiselina (C22:0)	0,05
Ukupne zasićene masne kiseline	8,0
Ukupne mononezasićene masne kiseline	65,6
Ukupne polinezasićene masne kiseline	26,4

3.5. RAZVOJ BADEMOVOG NAPITKA S BILJNIM EKSTRAKTIMA

3.5.1. Priprema baznog napitka

Bazni napitak od badema pripremljen je na način da su komercijalno dostupni bademi (Lidl d.o.o.) izvagani te namočeni preko noći u vodi, u omjeru 1:3. Bademi su zatim isprani hladnom

vodom, izvagani te potopljeni u vrućoj vodi u svrhu blanširanja i lakšeg uklanjanja ljuske. Oguljeni bademi su izvagani, usitnjeni u blenderu (Blender HR2052/00, Philips) zajedno s vodom, u omjeru 1:9. Dobivena masa profiltrirana je kroz 4 sloja gize te kroz filter papir. Filtrirani bademov napitak podvrgnut je homogenizaciji (Homogenizator T 25 Ultra Turrax, IKA) na 10 000 o/min, pohranjen u staklenu bocu i skladišten u hladnjaku (+4 °C).

3.5.2. Priprema biljnih ekstrakata

Biljni ekstrakti lista mirte, lovora i sjemenki komorača su pripremljeni na način da je odvagano 30 g suhog biljnog materijala te je provedena dvostruka ekstrakcija s 200 mL 30 %-tnog etanola u trajanju od 10 min na vodenoj kupelji s tresilicom (SBS40, Cole-Par-157 mer, Stone, UK) pri 60 °C. Dobiveni ekstrakti su profiltrirani i centrifugirani pri 5000 o/min u trajanju od 10 min (Hettich, Tuttlingen, Njemačka). Zatim su upareni (Heidolph Instruments GmbH & Co. KG, Schwabach, Njemačka) do udjela suhe tvari od 25 % te je kreirana receptura smjese ekstrakata: 25 % ekstrakta mirte, 25 % ekstrakta lovora i 50 % ekstrakta komorača.

3.5.3. Plan pokusa i priprema uzoraka

Pokus je isplaniran u programu Design Expert 10.0. Određeno je 20 uzoraka s različitim koncentracijama ekstrakata, ksilitola i lecitina (tablica 5). Uzorci su pripremljeni tako da je točna količina ekstrakata dodana u odmjernu tikvicu od 50 mL. Potom su odvagane potrebne količine lecitina i ksilitola te su dodane u odmjernu tikvicu koja je napunjena do oznake s baznim napitkom. Korišten je lecitin u granulama te je napitak bilo potrebno podvrgnuti ultrazvučnoj kupelji kako bi se lecitin otopio i homogeno rasporedio po uzorku. Potom je provedena pasterizacija pri 72 °C tijekom 15 s. Pasterizirani uzorci su odmah nakon pasterizacije preneseni u prethodno sterilizirane staklene bočice. Do potreba analiza, uzorci su pohranjeni u hladnjaku (+4 °C). U svim uzorcima određeni su ukupni fenoli i antioksidacijska aktivnost te je provedena senzorska analiza.

3.5.4. Određivanje ukupnih fenola

Za određivanje ukupnih fenola korištena je spektrofotometrijska metoda prema Shortle i sur. (2014).

Princip određivanja:

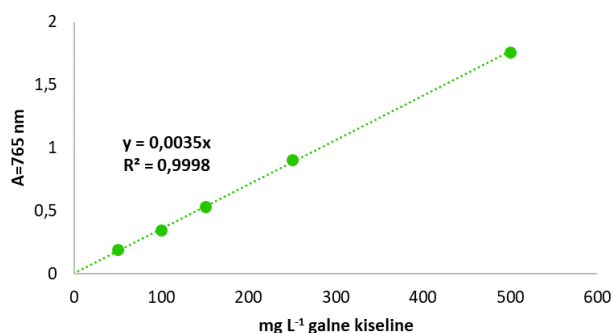
Određivanje ukupne koncentracije fenola provodi se u ekstraktu uzorka primjenom spektrofotometrijske metode. Metoda se temelji na kolorimetrijskoj reakciji između Folin-Ciocalteu reagensa i reducirajućeg reagensa, polifenola. Nastali plavo obojeni kompleks intenzivniji je što je veći broj hidroksilnih skupina ili oksidirajućih grupa u fenolnim spojevima. Nastali intenzitet obojenja mjeri se pri valnoj duljini od 765 nm.

Postupak određivanja:

U staklenu epruvetu redom se otpipetira 100 μL ekstrakta, 200 μL Folin-Ciocalteu reagensa i 2 mL destilirane vode. Zasićena otopina natrijeva karbonata (1 mL) dodaje se nakon 3 min. Nakon toga slijedi miješanje (pomoću Vortexa) i termostatiranje pripremljenih uzoraka 25 min pri 50 °C. Apsorbancija se mjeri pri valnoj duljini 765 nm. Na isti način pripremi se i slijepa proba, ali se umjesto ekstrakta uzima ekstrakcijsko otapalo.

Izrada baždarnog pravca:

Za pripremu baždarnog pravca odvaže se 0,5 g galne kiseline, otopi u 10 mL 96 %-tnog etanola u odmjerne tikvici od 100 mL i nadopuni destiliranom vodom do oznake. Od pripremljene otopine galne kiseline rade se razrjeđenja u odmjernim tikvicama od 100 mL tako da se otpipetira redom 1, 2, 3, 5 i 10 mL alikvota standardne otopine galne kiseline u svaku tikvicu i potom nadopuni do oznake destiliranom vodom. Koncentracije galne kiseline u tim tikvicama iznose 50, 100, 150, 250 i 500 mg L^{-1} . Iz svake tikvice otpipetira se 100 μL otopine standarda u staklene epruvete te se redom dodaje 200 μL Folin Ciocalteu reagensa i 2 mL destilirane vode. Nakon 3 min dodaje se 1 mL zasićene otopine natrijeva karbonata. Sve skupa se promiješa (pomoću Vortexa), a uzorci se potom termostatiraju 25 min pri 50 °C. Za slijepu probu uzima se 100 μL destilirane vode. Nakon toga mjeri se apsorbancija pri valnoj duljini 765 nm. Iz izmjerenih vrijednosti apsorbancija nacrtava se baždarni pravac pomoću programa Microsoft Excel pri čemu se na apscisu nanose koncentracije galne kiseline (mg L^{-1}), a na ordinatu izmjerene vrijednosti apsorbancije pri 765 nm (slika 3). Koncentracija ukupnih fenola izračuna se prema dobivenoj jednadžbi pravca.



Slika 3. Prikaz ovisnosti apsorbancije o koncentraciji galne kiseline

Na temelju dobivenih rezultata, jednadžba pravca glasi [1]:

$$Y = 0,0035 \times X \quad (R^2=0,9998) \quad [1]$$

gdje je:

Y – apsorbancija pri 765 nm

X – koncentracija galne kiseline (mg L⁻¹)

R² – koeficijent determinacije

Koncentracije ukupnih fenola izraze se u mg GAE 100 mL⁻¹ soka kao srednja vrijednost dvaju mjerenja.

3.5.5. Određivanje antioksidacijske aktivnosti

Za određivanje antioksidacijske aktivnosti korištena je FRAP metoda prema Benzie (1996) te Benzie i Strain (1996).

Princip određivanja:

FRAP (eng. *Ferric Reducing Antioxidant Power*) metoda temelji se reakciji redukcije žuto obojenog kompleksa željezo-2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) u kiselom mediju pri čemu nastaje plavo obojeni kompleks fero-tripiridiltriazin koji ima apsorpcijski maksimum pri 593 nm. FRAP vrijednosti najčešće se izražavaju preko FeSO₄, askorbinske kiseline ili trolox ekvivalenta.

Reagensi:

1. Klorovodična kiselina, 37 %-tna

2. Klorovodična kiselina, 40 mM

Priprema: Otpipetira se 330 μ L 37 %-tne klorovodične kiseline i nadopuni destiliranom vodom u odmjernoj tikvici od 100 mL.

3. otopina TPTZ-a (2,4,6-tripiridil-s-triazin), 10 mM

Priprema: Odvažuje se 0,0312 g TPTZ-a u plastičnoj lađici za vaganje i kvantitativno prenese u odmjernu tikvicu volumena 10 mL te nadopuni do oznake s 40 mM klorovodičnom kiselinom.

4. Željezo (III)-klorid heksahidrat ($\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$), 20 mM otopina

Priprema: Odvažuje se 0,541 g željezo (III)-klorida heksahidrata u plastičnoj lađici za vaganje i kvantitativno prenese u odmjernu tikvicu volumena 100 mL te nadopuni do oznake s destiliranom vodom.

5. Natrij-acetat trihidrat ($\text{CH}_3\text{COONa} \times 3\text{H}_2\text{O}$)

6. Glacijalna octena kiselina, 99-100 %-tna

7. Acetatni pufer, 0,3 M, pH 3,6

Priprema: Odvažuje se 3,1 g natrij-acetat trihidrata u plastičnoj lađici za vaganje i kvantitativno prenese pomoću destilirane vode u odmjernu tikvicu volumena 1 L, u koju se potom otpipetira 16 mL glacijalne octene kiseline i nadopuni se destiliranom vodom do oznake.

8. FRAP reagens

Priprema: FRAP reagens se pripremi na način da se pomiješa acetatni pufer (0,3 M), TPTZ reagens i željezo (III)-klorid u omjeru 10:1:1.

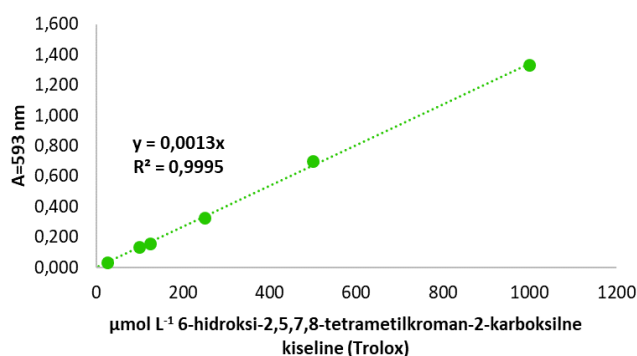
Postupak određivanja:

U staklene epruvete redom se otpipetira 240 μ L destilirane vode, 80 μ L uzorka i 2080 μ L FRAP reagens, dobro se promiješa (pomoću Vortexa) te 5 min termostatira pri 37 °C. Nakon toga mjeri se apsorbancija pri 593 nm. Slijepa proba sadržava sve osim uzorka, gdje se umjesto uzorka dodaje ekstrakcijsko otapalo).

Izrada baždarnog pravca:

Za izradu baždarnog pravca pripremi se 2 mM otopina Troloxa (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilne kiseline) tako da se odvažuje 0,0501 g Troloxa. Odvaga se kvantitativno prenese u odmjernu tikvicu od 100 mL koja se nadopuni do oznake 96 %-tnim

etanolom. Od pripremljene otopine Troloxa rade se razrjeđenja u odmjernim tikvicama od 10 mL tako da se otpipetira redom: 0,125, 0,5, 0,625, 1,25, 2,5 i 5 mL alikvota standardne otopine Troloxa u svaku tikvicu. Odmjerne tikvice potom se nadopunjavaju do oznake 96 %-tnim etanolom. Koncentracije Troloxa u tim tikvicama iznose: 25, 100, 125, 250, 500 i 1000 $\mu\text{mol L}^{-1}$. Nakon toga, u staklene epruvete redom se otpipetira 240 μL destilirane vode, 80 μL otopine standarda iz prethodno pripremljenih odmjernih tikvica i 2080 μL FRAP reagensa. Potom slijedi miješanje (pomoću Vortexa) i termostatanje pri 37 °C. Apsorbancija se mjeri pri 593 nm. Slijepa proba sadržava sve osim uzorka, gdje se umjesto uzorka dodaje 96 %-tni etanol. Iz izmjerenih vrijednosti apsorbancija nacrtana se baždarni pravac pomoću programa Microsoft Excel pri čemu se na apscisu nanose koncentracije troloxa ($\mu\text{mol L}^{-1}$), a na ordinatu izmjerene vrijednosti apsorbancije pri 593 nm (slika 4). Antioksidacijski kapacitet uzorka određen FRAP metodom izračuna se prema dobivenoj jednadžbi pravca.



Slika 4. Prikaz ovisnosti apsorbancije o koncentraciji 6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilne kiseline (Trolox)

Na temelju dobivenih rezultata, jednadžba pravca glasi [2]:

$$Y = 0,0013 \times X \quad (R^2=0,9995) \quad [2]$$

gdje je:

Y – apsorbancija pri 593 nm

X – ekvivalent Troloxa (TE) ($\mu\text{mol L}^{-1}$)

R^2 – koeficijent determinacije

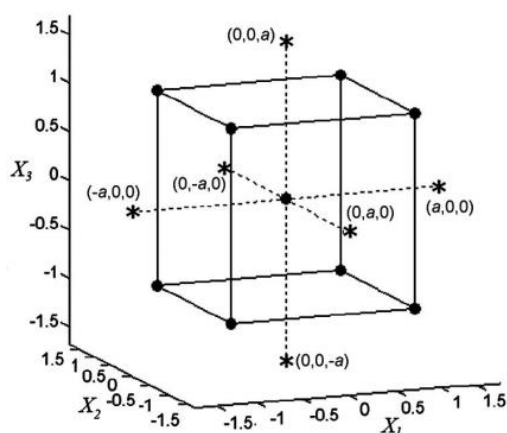
Antioksidacijski kapacitet izrazi se u mmol TE 100 mL^{-1} soka kao srednja vrijednost dvaju mjerenja.

3.5.6. Senzorska procjena uzoraka

Senzorska analiza je provedena sa deset panelista. Svako senzorsko svojstvo uzorka se ocjenjivalo broječanim vrijednostima od 1 do 10. Ispitivao se intenzitet boje u odnosu na boju baznog napitka, koja je predstavljala ocjenu 1. Također se ispitivao miris na aromatsko bilje. Ispitivalo se pet različitih okusa: slatko, gorko, okus na aromatsko bilje, harmonični okus te naknadni okus. Naknadni okus je predstavljao negativnu karakteristiku uzorka, odnosno zaostajanje neugodnog okusa u ustima nakon konzumiranja uzorka. Ocjena 1 je označavala izostanak ocjenjivanog svojstva (neizraženo svojstvo), a ocjena 10 najintenzivniji okus uzorka. Na kraju je ispitivana i ukupna prihvatljivost uzorka.

3.5.7. Eksperimentalni dizajn i statistička analiza

Za eksperimentalni dizajn pokusa i statističku obradu podataka korišten je programski sustav Design-Expert 10.0 (Stat-Ease Inc., Minneapolis, SAD) uz upotrebu Box-Wilsonovog dizajna. Box-Wilsonov dizajn odnosno centralni kompozitni dizajn (eng. *Central Composite Design*, CDC) je nefaktorski dizajn koji se koristi za opis nelinearnih sustava (Ukrainczyk, 2010). U ovom dizajnu svaki je čimbenik variran na pet razina, ali ne koriste se sve kombinacije razina. Umjesto toga, CCD se sastoji od tri dijela: potpunog faktorskog plana pokusa 2^k na dvije razine (+1 i -1), centralne točke gdje razina svakog čimbenika ima srednju vrijednost (0, 0, ..., 0) i osnovnog dijela koji se sastoji od 2^k osnih točaka smještenih na k jednako razmaknutih osi na udaljenosti od centralne točke, α . Na slici 5 je prikazan CCD pokus za tri čimbenika (Mohammadzaheri i sur., 2020; Ukrainczyk, 2010).



Slika 5. Box-Wilsonov centralni kompozitni dizajn za tri čimbenika (prema Ukrainczyk, 2010)

Svaki ispitivani faktor ispitan je na pet razina ($-\alpha$, -1 , 0 , $+1$, $+\alpha$), a centralna točka ispitana je u 5 ponavljanja, što ukupno iznosi 20 pokusa. Nivoi za nezavisne varijable odabrani su na temelju preliminarnih pokusa (podaci nisu prikazani), a uključuju količinu dodanog ekstrakta: 2 do 6 %, lecitina: 0,15 do 0,45 %, te ksilitola: 2 do 5 %, kako je prikazano u tablici 5. Svi analitički podaci prikupljeni su u dva paralelna određivanja, a rezultati su prikazani kao srednja vrijednost i standarda devijacija (tablica 6).

Tablica 5. Receptura uzoraka korištenih u razvoju konačnog proizvoda

Uzorak	Ekstrakt (%)	Lecitin (%)	Ksilitol (%)
1	0,64	0,3	3,5
2	4	0,3	3,5
3	4	0,3	6,02
4	2	0,15	2
5	4	0,3	0,98
6	7,36	0,3	3,5
7	6	0,45	5
8	4	0,3	3,5
9	6	0,15	2
10	4	0,3	3,5
11	2	0,45	2
12	6	0,45	2
13	4	0,3	3,5
14	4	0,048	3,5
15	6	0,15	5
16	4	0,55	3,5
17	2	0,15	5
18	4	0,3	3,5
19	2	0,45	5
20	4	0,3	3,5

Kao zavisne varijable promatrani su ukupni fenoli (mg GAE L^{-1}), antioksidacijska aktivnost ($\mu\text{mol TROLOX-a L}^{-1}$), homogenost, boja, miris na aromatsko bilje, okus na slatko, okus na gorko, okus na aromatsko bilje, harmonični okus, naknadni okus i ukupna prihvatljivost. Rezultati modeliranja prikazani su konturnim dijagramima koji prikazuju utjecaj dva faktora, dok je treći faktor postavljen na vrijednost centralne točke. Prikladnost modela ispitana je i provjerena pomoću nekoliko uobičajenih statističkih parametara tj. određivanjem koeficijenta determinacije (R^2) i nedostatka modela (eng. *lack of fit*) provođenjem F-testa.

Za utvrđivanje značajnosti modela i utjecaja pojedinih faktora (dodatak ekstrakata, lecitina i ksilitola) provedena je analiza varijance (ANOVA). Za primjenjene testove postavljena je razina pouzdanosti od 95%. Navedene zavisne varijable uključene su i u optimizaciju uvjeta pripreme obogaćenog bademovog napitka koja je provedena metodom poželjnosti u programu Design-Expert 10.0. Od odabranih varijabli, ukupni fenoli, antioksidacijska aktivnost te ukupna prihvatljivost obilježeni su faktorom važnosti 3. Boja, harmonični okus te slatki okus su označeni kao neznčajne varijable, a ostale varijable su obilježene faktorom važnosti 1.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. RAZVOJ PROIZVODA

U ovom radu proveo se razvoj proizvoda te je izrađen tehnološki projekt postrojenja za preradu badema. Tijekom razvoja proizvoda provedena su spektrofotometrijska mjerenja s ciljem utvrđivanja optimalnih parametara za proizvodnju bademovog napitka s najvišim sadržajem polifenolnih spojeva, a prihvatljivog potrošačima.

Bademov napitak u ovom radu sadrži 10 % badema, dok komercijalno dostupni bademovi napici na tržištu sadrže 2-5 % badema. Stoga bi, da se procijeni isplativost proizvodnje obogaćenog bademovog napitka, bilo potrebno napraviti analizu troškova proizvodnje i analizu tržišta. Navedene analize bi morale biti provedene u slučaju realizacije proizvodnje u realnim uvjetima. Smanjenjem udjela badema u konačnom proizvodu svakako bi se smanjili troškovi proizvodnje, ali je također moguće da bi proizvod s većim udjelom badema zbog svojih boljih senzorskih svojstava i veće nutritivne vrijednosti mogao postići veću tržišnu cijenu. U slučaju smanjenja udjela badema bilo bi potrebno provjeriti okus i prihvatljivost potrošačima, s obzirom na gorčinu korištenih biljnih ekstrakata.

Prilikom razvoja proizvoda provedena su spektrofotometrijska mjerenja ukupnih fenola u bademovom napitku s dodanim biljnim ekstraktima te je određena antioksidacijska aktivnost upotrebom FRAP metode.

Tablica 6. Prikaz rezultata ukupnih fenola i antioksidacijske aktivnosti

Uzorak	Ukupni fenoli (mg GAE L ⁻¹)	Antioksidacijska aktivnost (μ mol TE L ⁻¹)
1	52,86 \pm 14,14	519,23 \pm 27,20
2	427,14 \pm 16,16	3342,31 \pm 310,04
3	462,86 \pm 56,57	3188,46 \pm 27,20
4	213,57 \pm 11,11	2161,54 \pm 152,30
5	405,71 \pm 60,61	3365,39 \pm 168,62
6	707,86 \pm 37,38	5488,46 \pm 331,80
7	588,57 \pm 0,00	5034,62 \pm 429,70
8	382,86 \pm 24,24	3961,54 \pm 217,57
9	573,57 \pm 49,50	4788,46 \pm 135,98

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost \pm standardna devijacija.

Tablica 6. Prikaz rezultata ukupnih fenola i antioksidacijske aktivnosti (nastavak)

Uzorak	Ukupni fenoli (mg GAE L ⁻¹)	Antioksidacijska aktivnost (μ mol TE L ⁻¹)
10	422,14 \pm 25,25	3919,23 \pm 255,65
11	277,86 \pm 1,01	2276,92 \pm 87,03
12	647,86 \pm 9,09	6134,62 \pm 48,95
13	343,57 \pm 13,13	3200,00 \pm 326,36
14	418,57 \pm 12,12	3042,31 \pm 38,08
15	623,57 \pm 27,27	5630,77 \pm 1533,88
16	472,14 \pm 7,07	3000,00 \pm 293,72
17	235,71 \pm 18,18	1765,39 \pm 592,88
18	446,43 \pm 9,09	3126,92 \pm 255,65
19	285,00 \pm 23,23	1230,77 \pm 65,27
20	492,14 \pm 3,03	2957,69 \pm 255,65
Prosječna vrijednost	424,00	3406,73

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost \pm standardna devijacija.

Maseni udio ukupnih fenola u bademovom napitku s dodanim biljnim ekstraktima određen je u rasponu od 52,86 mg GAE L⁻¹ do 707,86 mg GAE L⁻¹ s prosječnom vrijednosti od 424,00 mg GAE L⁻¹ (tablica 6). Najniži maseni udio ukupnih fenola određen je u uzorku 1 koji je sadržavao najmanju količinu biljnih ekstrakata (0,64 %), a najveći u uzorku 6 koji je sadržavao najvišu koncentraciju biljnih ekstrakata (7,36 %) (tablica 5).

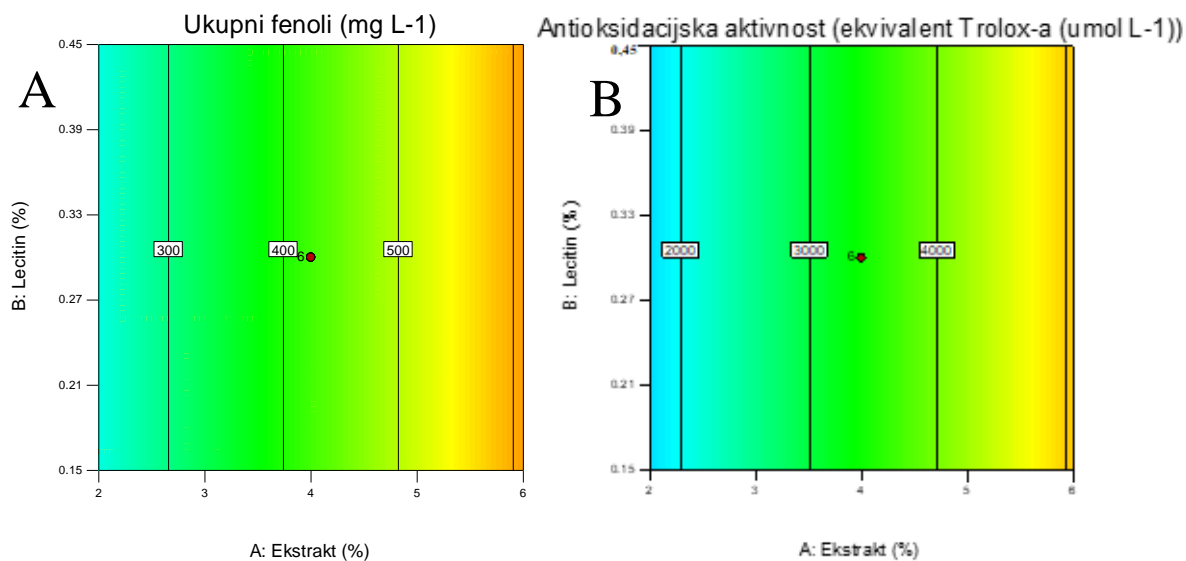
Najnižu antioksidacijsku aktivnost ima uzorak 1 te ona iznosi 519,23 μ mol TE L⁻¹, a najviša koncentracija od 6134,62 μ mol TE L⁻¹ je zabilježena u uzorku 12 (tablica 6). Srednja vrijednost antioksidacijske aktivnosti u svim uzorcima iznosila je 3406,73 μ mol TE L⁻¹ (tablica 6). Najniža antioksidacijska aktivnost je također zabilježena u uzorku 1 zbog najnižeg udjela dodanih biljnih ekstrakata (0,64 %), a najviša antioksidacijska aktivnost je određena u uzorku 12 koji je sadržavao visok udio ekstrakata (6 %) i lecitina (0,45 %) (tablica 5).

Tablica 7. Rezultati ANOVA-e

Analizirane karakteristike	Ekstrakt		Lecitin		Ksilitol		R ²	Nedostatak modela	
	F	p	F	p	F	p		F	p
Ukupni fenoli (mg GAE L⁻¹)	284,06	< 0,001*	-	-	-	-	0,94	0,48	0,869
Antioksidacijska aktivnost (μmol TROLOX-a L⁻¹)	166,43	< 0,001*	-	-	-	-	0,90	1,34	0,400
Homogenost	32,34	< 0,001*	-	-	-	-	0,64	1,39	0,379
Boja	127,23	< 0,001*	5,10	0,037*	-	-	0,89	5,04	0,043*
Miris na aromatsko bilje	26,73	< 0,001*	-	-	-	-	0,60	3,47	0,089
Slatko	-	-	-	-	30,48	< 0,001*	0,63	0,88	0,611
Gorko	12,07	0,003*	-	-	6,87	0,018*	0,53	1,02	0,530
Okus na aromatsko bilje	16,82	0,001*	-	-	-	-	0,48	2,40	0,172
Harmonični okus	1,09	0,313	0,013	0,912	1,65	0,218	0,15	0,93	0,577
Naknadni okus	12,07	0,003*	-	-	-	-	0,53	0,91	0,589
Ukupna prihvatljivost	4,60	0,046*	-	-	-	-	0,20	1,53	0,335

F=F-vrijednost, p=p-vrijednost

*Statistički značajna varijacija kod p≤0,0



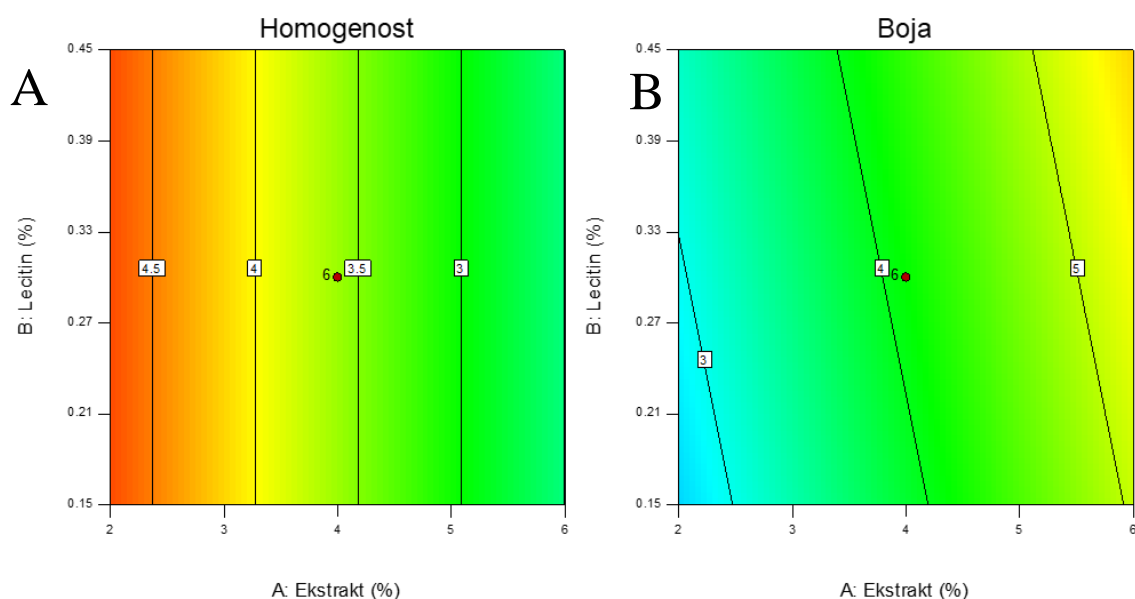
Slika 6. Slikovni prikaz rezultata mjerenja: A) utjecaj dodatka ekstrakata na antioksidacijsku aktivnost; B) utjecaja dodatka ekstrakata na ukupne fenole

U istraživanju koje su proveli Wansutha i sur. (2018) na fermentiranom bademovom napitku, nefermentirani bademov napitak je pokazao količinu ukupnih fenola od 222,9 do 270,6 mg GAE L⁻¹ ekstrakta, ovisno o uzorku. U uzorcima pod brojevima 4, 11 i 17 je određena količina ukupnih fenola u rasponu koji su odredili Wansutha i sur. (2018), no u svim preostalim uzorcima u ovom istraživanju određena je viša koncentracija ukupnih fenola, izuzev uzorka 1, koji sadrži najmanju količinu dodanih ekstrakata. Iz toga se može zaključiti kako je dodatak biljnih ekstrakata značajno utjecao na povećanje ukupnih fenola, a što se vidi i prema rezultatima ANOVA-e u tablici 7 ($p < 0,001$) te na slici 6A, gdje je dodatak biljnih ekstrakata gotovo proporcionalan porastu količine ukupnih fenola uzoraka.

Lipan i sur. (2021) su istraživali kemijske i senzorske karakteristike bademovog napitka sušenog raspršivanjem, dobivenog od komercijalnih i badema proizvedenih uz smanjenje količinu vode za navodnjavanje (eng. *hydroSOStainable*). Bademi dobiveni tom tehnikom sadrže veće količine bioaktivnih spojeva u usporedbi s onima koji se konvencionalno navodnjavaju (Lipan i sur., 2021). U uzorku bademovog napitka dobivenog od konvencionalnih badema odredili su antioksidacijsku aktivnost od 47 μmol TE L⁻¹ te ukupne fenole u količini od 290 mg GAE L⁻¹. Antioksidacijska aktivnost dobivena u tom istraživanju je niža od svih uzoraka u ovom istraživanju te se može zaključiti kako je dodatak biljnih ekstrakata značajno utjecao na antioksidacijsku aktivnost bademovog napitka. To je također

potvrđeno provedenim ANOVA testom gdje je dobivena F vrijednost od 166,43 te je $p < 0,001$, odnosno dodatak biljnih ekstrakata je statistički značajno utjecao na antioksidacijsku aktivnost bademovog napitka (tablica 7). Na slici 6B grafički je prikazan utjecaj dodatka biljnih ekstrakata na antioksidacijsku aktivnost uzoraka te je vidljivo da povećanjem koncentracije ekstrakata raste i antioksidacijska aktivnost. Ukupni fenoli određeni u istraživanju koje su proveli Lipan i sur. (2021) također su niži od prosječne vrijednosti dobivene u ovom istraživanju. To se također može pripisati dodatku biljnih ekstrakata, s obzirom da su rezultati ANOVA-e pokazali kako je dodatak biljnih ekstrakata statistički značajno utjecao na koncentraciju ukupnih fenola s F vrijednošću od 284,06 i $p < 0,001$ (tablica 7), a i prema slici 6A, gdje je vidljivo da je koncentracija ukupnih fenola proporcionalna dodatku ekstrakata.

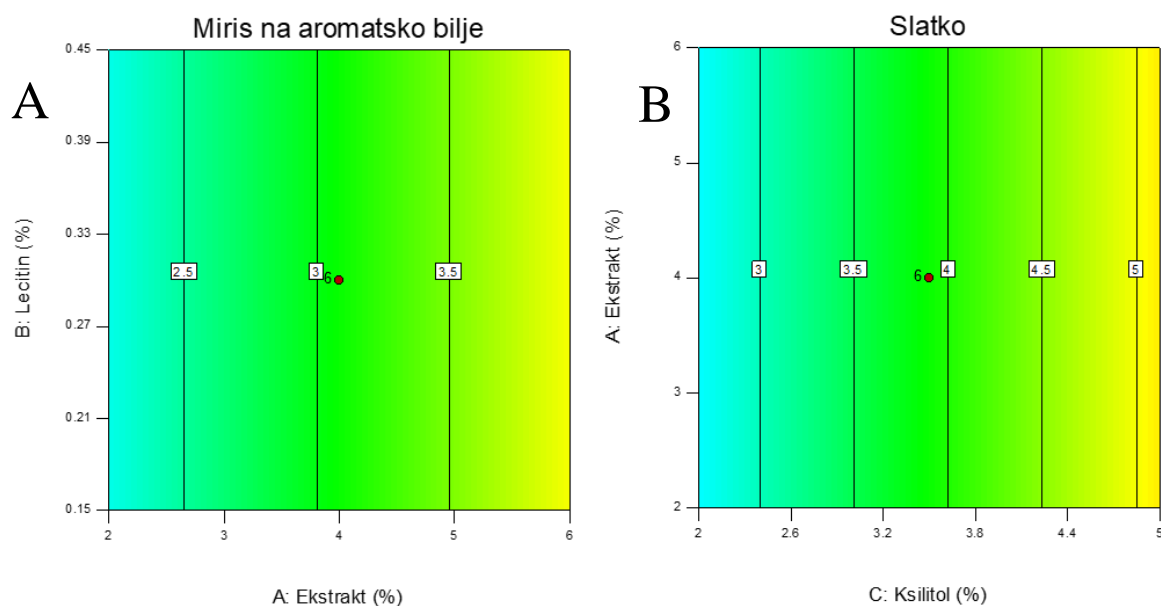
Prema rezultatima statističke analize dodatak biljnih ekstrakata ima statistički značajan utjecaj ($p \leq 0,05$) na antioksidacijsku aktivnost, homogenost i boju uzoraka, miris i okus na aromatsko bilje te okus gorčine, naknadni okus i ukupnu prihvatljivost (tablica 7).



Slika 7. Slikovni prikaz rezultata mjerenja: A) utjecaja dodatka ekstrakata na homogenost; B) utjecaja dodatka lecitina i ekstrakata na boju

Prema statističkoj analizi, dodatak ekstrakata statistički značajno utječe na homogenost uzoraka s $p < 0,001$ (tablica 7). Na slici 7A prikazan je utjecaj dodatka ekstrakata na homogenost uzoraka bademovog napitka te je vidljivo kako se homogenost smanjuje povećanjem koncentracije biljnih ekstrakata.

Lecitin je, prema rezultatima statističke analize, statistički značajno utjecao ($p \leq 0,05$) na boju uzoraka, kao i dodatak biljnih ekstrakata ($p < 0,001$) (tablica 7). To je vidljivo i na slici 7B, gdje boja postaje tamnija s povećanjem koncentracije lecitina, kao i povećanjem udjela ekstrakata. U istraživanju koje su proveli Fonseca i sur. (2011) na kozjem mlijeku u prahu dodatak lecitina je statistički značajno potamnio boju uzoraka, čime se potvrđuju i rezultati ovog rada. Prema istraživanju koje su proveli Maghsoudlou i sur. (2016) boja uzoraka igra važnu ulogu pri senzorskoj evaluaciji bademovog mlijeka. U njihovom istraživanju boja uzoraka je imala najveću poželjnost među svim ostalim atributima (Maghsoudlou i sur., 2016). S obzirom da na boju značajno utječe i dodatak biljnih ekstrakata, u ovom radu boja nije označena kao jedan od važnih parametara prilikom optimizacije proizvoda jer bi bila u direktnoj suprotnosti s najvažnijim parametrima: količinom ukupnih fenola i antioksidacijskom aktivnošću.

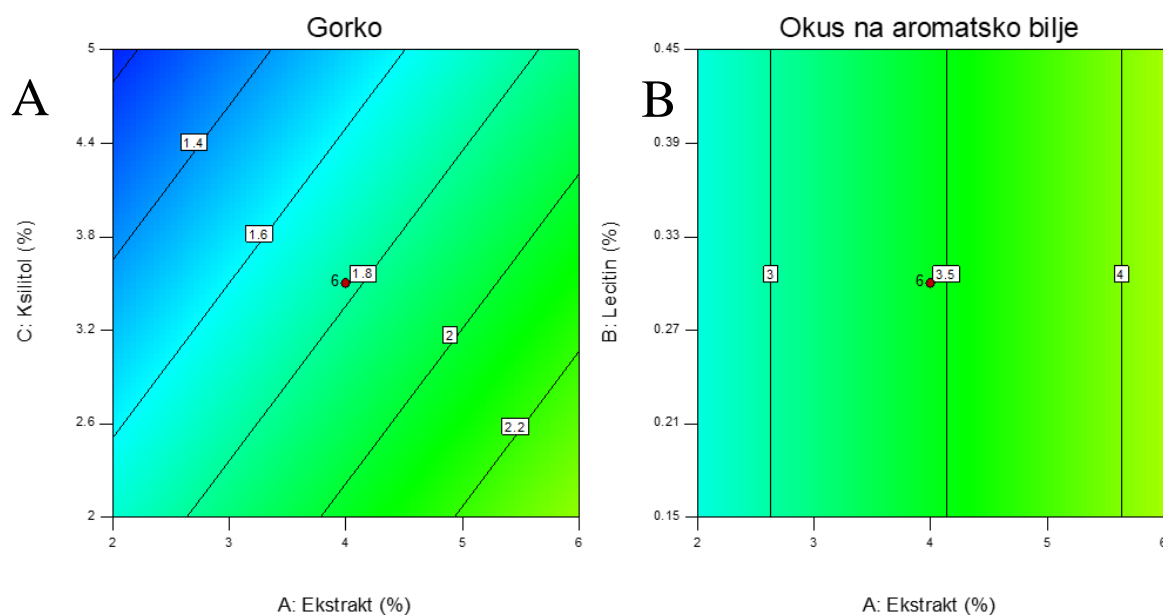


Slika 8. Slikovni prikaz rezultata mjerenja: A) utjecaja dodatka ekstrakata na miris na aromatsko bilje; B) utjecaja dodatka ksilitola na slatki okus

Također, dodatak ekstrakata je statistički značajno ($p = 0,001$) utjecao i na miris na aromatsko bilje u uzorcima (slika 8A) (tablica 7).

Prema rezultatima statističke analize, ksilitol je statistički značajno utjecao na okus slatkog ($p < 0,001$) te okus gorkog ($p < 0,018$) (tablica 7). To je vidljivo i prema slici 8B, gdje povećanjem koncentracije ksilitola dolazi i do povećanja okusa slatkog. U istraživanju koje su

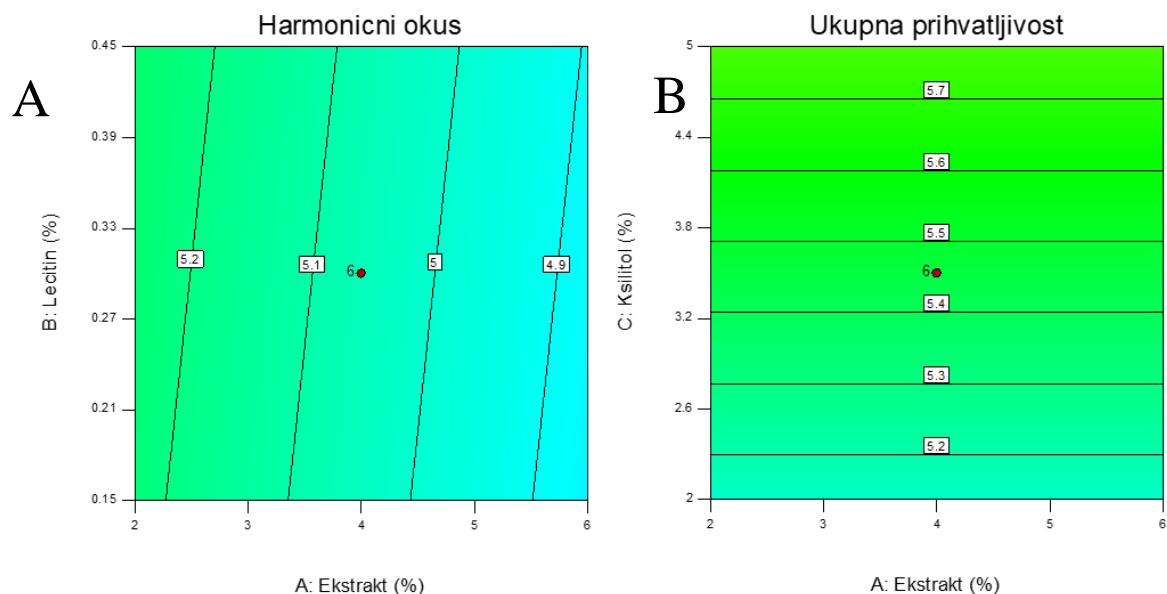
proveli Santana i sur. (2020) na pročišćenom soku od indijskih oraščića, ksilitol je bio povezan sa slatkom aromom i jako slatkim okusom.



Slika 9. Slikovni prikaz rezultata mjerenja: A) utjecaja dodatka ksilitola i ekstrakata na gorki okus; B) utjecaja dodatka ekstrakata na okus na aromatsko bilje

Količina dodanih biljnih ekstrakata statistički značajno utječe i na gorki okus uzoraka ($p = 0,003$) (tablica 7), što je prikazano i na slici 9A gdje je vidljivo kako se povećanjem udjela ekstrakata povećava i gorki okus, dok se on smanjuje s povećanjem količine dodanog ksilitola. Bertelsen i sur. (2018) su koristili razne zaslađivače, među kojima i ksilitol, za maskiranje gorkog okusa bioaktivnih proteinskih hidrolizata. Ksilitol se pokazao kao jedan od najuspješnijih u smanjenju gorkog okusa, što je u skladu s rezultatima dobivenim u ovom eksperimentu.

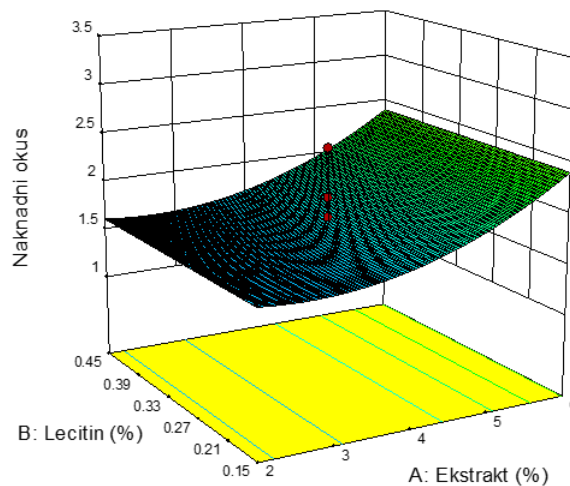
Prema slici 9B, okus na aromatsko bilje postaje izraženiji dodatkom ekstrakata. To je u skladu s podacima dobivenim statističkom analizom gdje je utvrđeno da dodatak ekstrakata statistički značajno utječe na okus na aromatsko bilje uzoraka ($p = 0,001$) (tablica 7).



Slika 10. Slikovni prikaz rezultata mjerenja: A) utjecaja dodatka lecitina i ekstrakata na harmonični okus; B) utjecaja dodatka ksilitola i ekstrakata na ukupnu prihvatljivost

Niti dodatak ekstrakata, ni lecitina, ni ksilitola nisu statistički značajno utjecali na harmoničnost okusa konačnog proizvoda (tablica 7). Rezultati utjecaja lecitina i ekstrakata na harmonični okus uzoraka prikazani su na slici 10A. Prema slici 10A vidljivo je da povećanjem koncentracije ekstrakata, harmonični okus se smanjuje, a povećanjem koncentracije lecitina harmoničnost raste.

Dodatak ekstrakata također statistički značajno utječe na ukupnu prihvatljivost konačnog proizvoda sa statistički značajnom $p = 0,046$ (tablica 7) pri čemu se prihvatljivost blago smanjuje s povećanjem udjela ekstrakata. Prema slici 10B vidljivo je da ukupna prihvatljivost uzoraka raste dodatkom ksilitola. U istraživanju kvalitete i senzorskog profila koje su proveli Santana i sur. (2020) na pročišćenom soku od indijskih orašćica, korišten je ksilitol te je, kao i svi drugi zaslađivači korišteni u istraživanju, njegova aroma bila pozitivno prihvaćena. Svi atributi povezani s prisutnošću šećera, poput slatke arome i jako slatkog okusa, pojavljivali su se u suprotnom kvadrantu od neugodnih atributa, što ukazuje na prihvatljivost slatkih proizvoda od strane senzorskog panela (Santana i sur., 2020). Može se zaključiti da dodatak ksilitola povećava ukupnu prihvatljivost proizvoda, neovisno o dodatku biljnih ekstrakata.

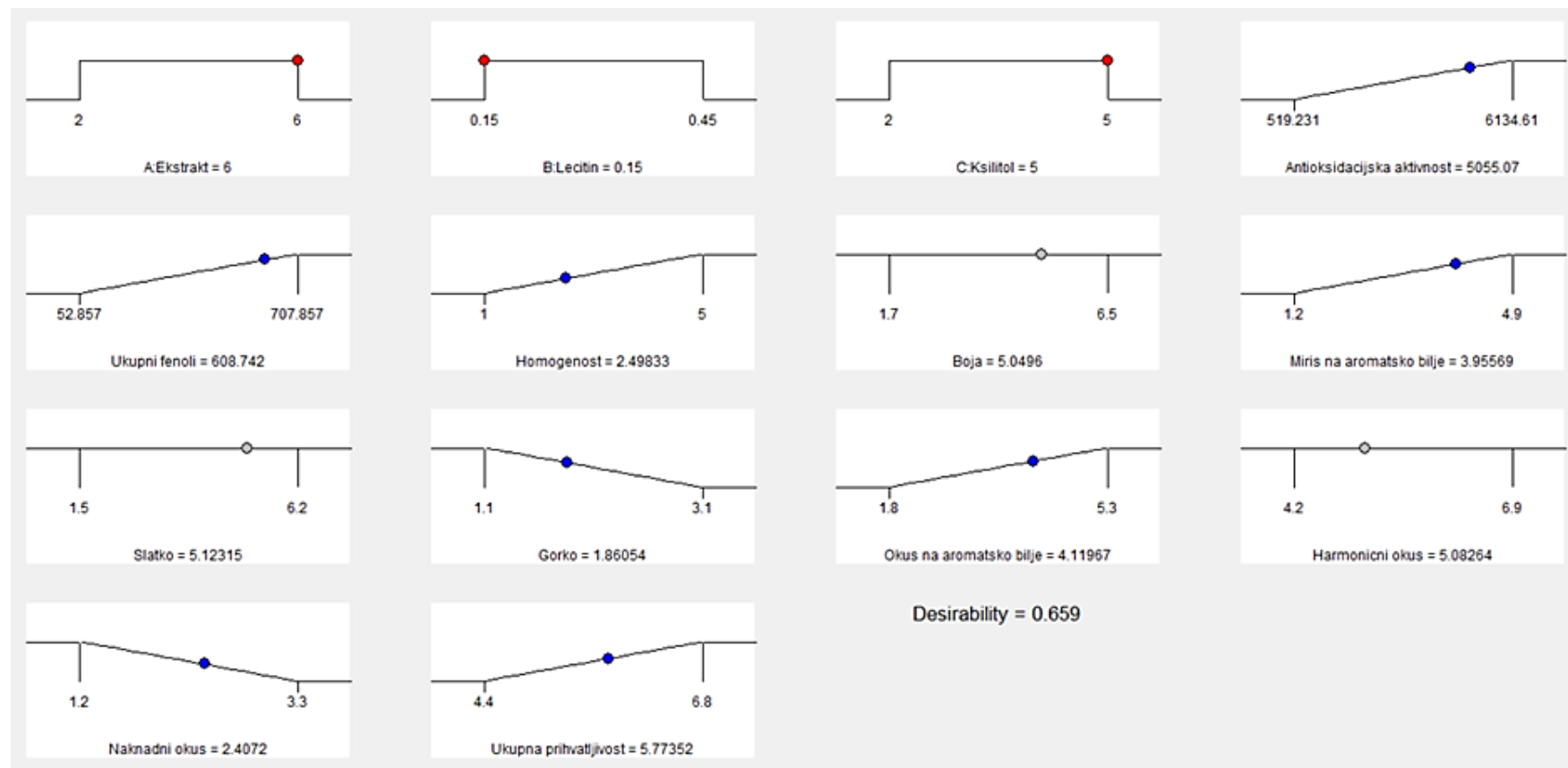


Slika 11. Prikaz utjecaja dodatka lecitina i ekstrakata na naknadni okus

Na naknadni okus uzoraka statistički značajno utječe dodatak ekstrakata, prema statističkoj analizi ($p = 0,003$) (tablica 7). Na slici 11 vidljiv je utjecaj dodatka lecitina i ekstrakata na naknadni okus. Tako povećanjem koncentracije ekstrakata raste i naknadni okus, a lecitin ne utječe značajno na naknadni okus.

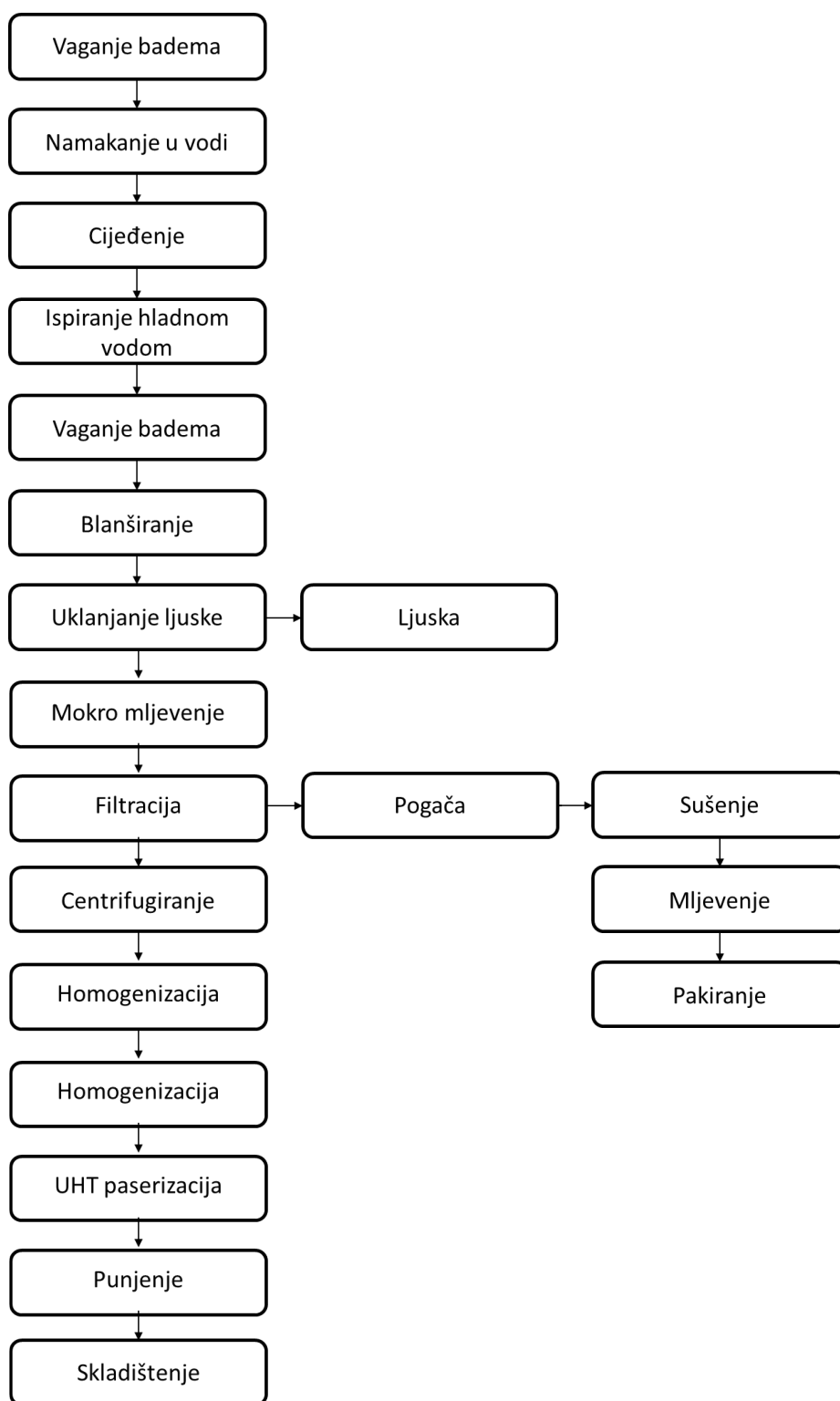
Na slici 12 prikazan je optimalan sastav obogaćenog bademovog napitka, prema svim prethodno opisanim parametrima, dobiven programom Design Expert. Poželjnost optimalnog bademovog napitka iznosila je 0,659 (slika 12). Na slici 12 može se uočiti kako je optimalan udio ekstrakata i ksilitola onaj najveći korišten u pokusima (ekstrakti 6 %, ksilitol 5 %), a optimalni udio lecitina je onaj najmanji korišten u pokusima (0,15 %). Visok udio ekstrakata (6 %) i ksilitola (5 %) u optimalnoj verziji je očekivan s obzirom da su antioksidacijska aktivnost, ukupan udio fenola te senzorska prihvatljivost gotovog proizvoda u optimiranju bili postavljeni na najvišu razinu značajnosti.

Kao konačan proizvod opisan u nastavku ovog rada odabran je bademov napitak sa 6 % biljnih ekstrakata, 5 % ksilitola i 0,15 % lecitina.



Slika 12. Optimalan sastav obogaćenog bademovog napitka dobiven programom Design Expert na temelju provedenog eksperimenta

4.2. BLOK SCHEME PROIZVODNJE



Slika 13. Blok shema proizvodnje bademovog napitka i bademovog brašna

4.3. OPIS TEHNOLOŠKOG PROCESA

Blok shema proizvodnje dana je na slici 13. Proces proizvodnje napitka na bazi badema započinje fazom namakanja u vodi (Penha i sur., 2021; Aydar i sur., 2020; Maghsoudlou i sur., 2016). Ovaj postupak potiče bubrenje i omekšavanje plodova badema, a što rezultira prividnim smanjenjem sadržaja amiloze (Penha i sur., 2021). Namakanjem se također eventualno prisutni toksini u plodovima badema otpuštaju u vodu te se skraćuje vrijeme potrebno za blanširanje (Aydar i sur., 2020). Postupak namakanja badema se provodi preko noći (18-20 h) pri temperaturi od 4 °C (Maghsoudlou i sur., 2016; Alozie Yetunde i Udofia, 2015; Dhakal i sur., 2014). Nakon namakanja, bademe je potrebno ocijediti te isprati hladnom vodom (Maghsoudlou i sur., 2016; Dhakal i sur., 2014). Slijedi vaganje badema kako bi se točno odredila količina koju su apsorbirali plodovi (Maghsoudlou i sur., 2016).

Idući korak u proizvodnji bademovog napitka je blanširanje. Blanširanje ima nekoliko prednosti, uključujući smanjeno mikrobn opterećenje i inaktivaciju enzima kao što su lipaze (Penha i sur., 2021; Aydar i sur., 2020; Sethi i sur., 2016). Provodi se kroz 3 min pri 90 °C (Maghsoudlou i sur., 2016). Pokožica čini oko 4 % cjelokupne mase badema (Chen i sur., 2005). Odmah nakon blanširanja provodi se uklanjanje pokožice pomoću serije gumenih valjaka, a ostaci pokožica zaostalih na bademima se ispiru prskanjem vode u ljuštilici (Almond Board of California, 2007).

Slijedi mokro mljevenje koje uključuje dodavanje vode tijekom mljevenja sirovine (Penha i sur., 2021; Aydar i sur., 2020). Količina dodane vode, temperatura mljevenja, pH, vrsta mljevenja i brzina dodavanja čimbenici su koji utječu na konačni proizvod (Aydar i sur., 2020; Seow i Gwee, 1997). Količina dodane vode utječe na koncentraciju dobivenog napitka (Seow i Gwee, 1997). Mokro mljevenje se provodi uz omjer badema i vode 1:9 (Maghsoudlou i sur., 2016; Dhakal i sur., 2014).

Filtracija je odgovorna za odvajanje ostataka iz napitka. Količina ostatka koji nastaje iz napitaka na bazi biljaka varira ovisno o sirovini. Ostaci koji nastaju u fazi filtracije obično se sastoje od netopljivih krutih tvari i makronutrijenata (Penha i sur., 2021). Velike čestice se uklanjaju centrifugiranjem (Sethi i sur., 2016). Dobivena tekuća faza, odnosno bademov filtrat se potom miješa s dodacima u određenim količinama: voda, biljni ekstrakti, ksilitol i lecitin. Bademov napitak je emulzija tipa ulje u vodi s disperznom fazom koju čine složena proteinska disperzija i kapljice ulja (Dhakal i sur., 2016; Hasan, 2012). Sadrži različite koloidne tvari kao što su proteini/oleozini, lipidi/uljna tijela, polisaharidi, tanini i fitati (Dhakal i sur., 2016).

Termodinamički, koloidna disperzija je nestabilna zbog koalescencije i Ostwaldovog zrenja što dovodi do razdvajanja faza, što stabilnost emulzije čini jednim od najvažnijih čimbenika koji reguliraju rok trajanja koloidne hrane (Dhakal i sur., 2016; Hasan, 2012). Emulgatori, kao što je lecitin, su među najčešće korištenim emulgatorima za preradu hrane zbog svoje biokompatibilnosti i funkcionalnih svojstava (Hasan, 2012). Lecitin olakšava stvaranje emulzije i poboljšava njenu stabilnost smanjenjem međufaznih napetosti ulje-voda te stvara zaštitni sloj oko kapljica masti kako bi se spriječilo njihovo agregiranje (Aydar i sur., 2020; Hasan, 2012). Operacija homogenizacije smanjuje veličinu masnih globula te rezultira ujednačenom teksturom i izgledom napitka s ciljem sprječavanja skupljanja i stapanja masti tijekom skladištenja (Torna i sur., 2020; Sethi i sur., 2016; Valencia-Flores i sur., 2013; Hasan, 2012). Homogenizacija se provodi u dvostepenom homogenizatoru pri tlakovima od 180 MPa, u prvom, i 40 MPa, u drugom koraku (Hasan, 2012).

Bademov napitak je vrlo hranjiv medij te je pogodan kvarenju i razvoju patogenih mikroorganizama (Hasan, 2012). Također sadrži visoke koncentracije višestruko nezasićenih masnih kiselina osjetljivih na oksidativno i hidrolitičko kvarenje (Wang i sur., 2008). Stoga se na bademov napitak primjenjuju toplinski tretmani kako bi se produžila njegova mikrobiološka stabilnost (Hasan, 2012). Mikroorganizmi se eliminiraju tretiranjem bademovog napitka na ultravisokoj temperaturi (UHT) kako bi se proizveo proizvod stabilan na polici (Torna i sur., 2020; Sethi i sur., 2016).

Nusproizvod u proizvodnji bademovog napitka je bademovo brašno. U fazi filtracije u proizvodnji napitka nastaje mokra pogača koja se potom suši i melje u bademovo brašno. Dobiveno bademovo brašno pakira se u papirnate vreće te pohranjuje u skladište gotovih proizvoda.

4.4. OPIS PROIZVODNJE

4.4.1. Prijem sirovine

Bademi se kamionima dopremaju u pogon, 22,68 kg po kartonskoj kutiji. Nasumičnim odabirom uzimaju se uzorci iz različitih kutija i odnose na analizu u laboratorij. Provest će se analiza na aflatoksine kvantitativnim testom za određivanje količine aflatoksina u uzorku (slika 14). Također se provodi vizualni pregled kako bi se ustanovile eventualno prisutne mane. Nakon što se utvrdi ispravnost sirovine, bademi se važu (u kartonskim kutijama), a od dobivene

vrijednosti se oduzme masa kutije (0,28 kg). Vodit će se evidencija ulaza sirovine u proizvodni proces, koja se sastoji od sljedećih elemenata: broj kartonskih kutija, masa badema, sorta badema i vrijeme zaprimanja sirovine.



Slika 14. Afla-V ONE kvantitativni test za određivanje količine aflatoksina u uzorku (Waters, 2022)

Sirovina će se, nakon zaprimanja, odvoditi u silos, pomoću elevatora Z-oblika, na pohranu do potreba proizvodnje. Koristit će se silos za pohranu badema kapaciteta 30 t. Sirovina se puni na vrh silosa s 5 slojeva i koničnim dnom (60°). Odjednom će se naručivati 15 t badema. Da se tih 15 t prenese u silos potrebna su 4 h jer kapacitet elevatora je do $6 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Dnevno se prerađuje 2 t badema, stoga 15 t dostaje za tjedan dana proizvodnje.

4.4.2. Prerada badema

Prvi korak u procesu proizvodnje bademovog napitka je namakanje badema. Bademi se iz silosa ispuštaju u plastične spremnike. Spremnici se potom odvoze u proizvodni pogon gdje se važu. Nakon vaganja bademi se odvoze do elevatora koji ih doprema u tankove za namakanje. Voda se priključkom dovodi u tankove nakon badema te se potom bademi namaču tijekom 12 h pri 4°C . Tankovi za namakanje su opremljeni rashladnim plaštem, u koji se dovodi smjesa vode i glikola temperature ispod 4°C . Smjesa se priprema u glikolnom tanku uz pomoć hladnjaka za vodu. Pri kraju procesa namakanja voda se ispusti iz tanka. Iz tanka za namakanje bademi se, pomoću elevatora, odvoze u uređaj za pranje, gdje se peru.

Iz uređaja za pranje bademi se preko uređaja za vaganje odvoze u blanšer, kroz koji prolaze tijekom 3 min pri 90°C . Nakon toga se odvoze na ljuštilicu gdje se uklanja pokožica s plodova. Pokožica se prodaje za stočnu hranu. Oljušteni bademi prolaze kroz koloidni mlin gdje se melju uz dodatak vode. Dobivena smjesa potom prolazi kroz tračnu prešu gdje se odvaja tekući od krutog dijela. Tekući dio dalje prolazi kroz centrifugalni dekanter gdje se odvajaju dvije faze: vodena faza, odnosno bazni bademov napitak, i zaostaci bademove pogače. Zaostaci pogače

nakon centrifugalnog dekantera se potom spajaju s pogačom iz tračne preše i odvođe na sušenje.

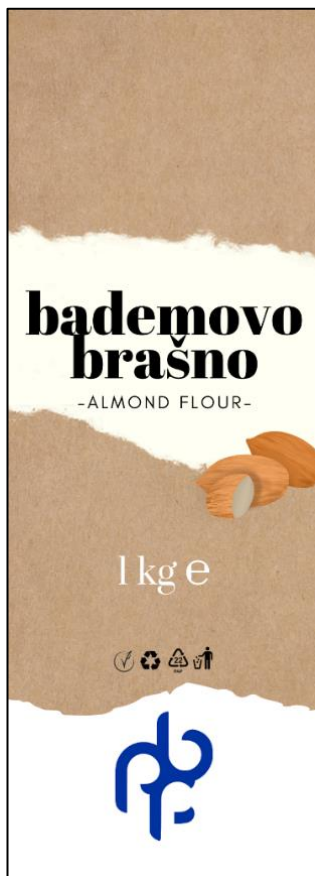
Bazni bademov napitak dovodi se u tank za miješanje gdje se miješa s biljnim ekstraktima, lecitinom i ksilitolom u određenoj koncentraciji. Bademov napitak u idućem koraku prolazi kroz homogenizator te zatim izmjenjivač topline u svrhu pasterizacije. Pasteriziran bademov napitak se potom aseptički puni u kombiniranu ambalažu u punilici. Primjer primarne ambalaže bademovog napitka prikazan je na slici 15. Pohranjuje se u skladište gotovog proizvoda.



Slika 15. Primjer primarne ambalaže (73 × 73 × 200 mm) u koju se pakira obogaćen bademov napitak (vlastiti crtež)

4.4.3. Proizvodnja bademovog brašna

Pogača dobivena nakon centrifugalne filtracije se odvodi na sušenje konični sušionik. Osušena pogača se potom melje u mlinu, a dobiveno brašno se pakira u papirnate vreće te pohranjuje u skladište gotovog proizvoda. Primjer primarne ambalaže bademovog brašna prikazan je na slici 16.



Slika 16. Primjer prednje strane primarne ambalaže u koju se pakira bademovo brašno (vlastiti crtež)

4.4.4. Priprema ekstrakata

Ekstrakti se pripremaju tako da se suhi biljni materijal prvo ekstrahira s etanolom i koncentrira u evaporatoru. Potom se provodi centrifugiranje i dobiveni ekstrakti se dodaju u tank za miješanje, u određenoj koncentraciji, za pripremu bademovog napitka s ekstraktima.






4.5. POPIS UREĐAJA I OPREME

Popisi tehnoloških uređaja i transportne opreme za preradu badema i proizvodnju bademovog napitka i bademovog brašna prikazani su u sljedećim tablicama. Svi uređaji i oprema odabrani su prema zadanom kapacitetu proizvodnje.

Tablica 8. Popis uređaja i opreme

Pozicija	Naziv uređaja/opreme	Kapacitet / volumen	Količina	Dimenzije (duljina × širina × visina / promjer × visina) (mm)	Slika uređaja/opreme
Proizvodnja obogaćenog bademovog napitka					
1	Elevator Z-oblika, model: ZT-2L za unos badema u silos (Made in China, 2022a)	0 – 6 m ³ h ⁻¹ (plitice: 400 x 600 mm, 2 L)	1	2800 × 700 × 9200	
2	Silos za pohranu badema, model: TCKZ02705 (Alibaba, 2022a)	30 t / 39.8 m ³	1	2750 × 9120	
3	Plastični spremnik s ispuštanjem s donje strane, model: DGB574532-HB (RPP Containers, 2022)	453 kg	3	1436 × 1143 × 834	

Tablica 8. Popis uređaja i opreme (nastavak)

Pozicija	Naziv uređaja/opreme	Kapacitet / volumen	Količina	Dimenzije (duljina × širina × visina / promjer × visina) (mm)	Slika uređaja/opreme
4	Električni viličar, model: BT Reflex RRE120B (Toyota, 2022)	Nosivost: 1200 kg; Podizanje: 7000 mm	3	2364 × 1270 × 2153	
5	Podna vaga, model: PFD779-E1200 (Mettler Toledo, 2022a)	max. kapacitet: 1200 kg	1	1500 × 1250 × 78	
6	Elevator Z-oblika s dvije glave za unos badema u tankove za namakanje (September Machinery Co., Ltd., 2022)	6 – 8 m ³ h ⁻¹	1	6000 × 730 × 3896	
7	Tank za namakanje (Jinan Cassman Machinery Co., Ltd., 2022)	7 m ³	2	2200 × 3200	
8	Glikolni tank s pumpom (Alibaba, 2022b)	500 L	1	800 × 1000 (ukupna visina: 2100)	






Tablica 8. Popis uređaja i opreme (nastavak)

Pozicija	Naziv uređaja/opreme	Kapacitet / volumen	Količina	Dimenzije (duljina × širina × visina / promjer × visina) (mm)	Slika uređaja/opreme
9	Hladnjak za vodu, model: LSA/HP 08/08A1 (Industrial Power Cooling, 2022)	40 L	1	1103 × 380 × 989	
10	Elevator za transport badema nakon namakanja (Alibaba, 2022c)	1 m s ⁻¹	1	3000 × 400 × 800 – 1200	
11	Uređaj za pranje badema, model: GQXJ-2 (Shanghai Beyond Machinery Co., Ltd., 2022a)	≤ 2000 kg h ⁻¹	1	3000 × 800 × 1200	
12	Blanšer, model: DPT-S (Alibaba, 2022d)	300 – 500 kg h ⁻¹	1	4600 × 1200 × 1380	
13	Ljuštilica za bademe, model: TP-G (Made in China, 2022b)	200 – 1000 kg h ⁻¹	1	1200 × 800 × 120	
14	Koloidni mlin, model: PUC 100 (Probst & Class GmbH & Co., 2022)	2300 L h ⁻¹	1	400 × 425 × 814	




Tablica 8. Popis uređaja i opreme (nastavak)

Pozicija	Naziv uređaja/opreme	Kapacitet / volumen	Količina	Dimenzije (duljina × širina × visina / promjer × visina) (mm)	Slika uređaja/opreme
15	Tračna preša, model: DYJ-5 (Shanghai Beyond Machinery Co., Ltd., 2022b)	≤ 5000 kg h ⁻¹	1	4000 × 2000 × 2505	
16	Centrifugalni dekanter, model: HY-80 (Alibaba, 2022e)	5-100 L h ⁻¹	1	950 × 650 × 550	
17	Tank za miješanje (Alibaba, 2022f)	3000 L	2	1600 × 1500 (ukupna visina: 2700)	
18	Homogenizator, model: ACE-3/25 (ACE Machinery, 2022)	3000 L h ⁻¹	1	1410 × 960 × 1280	
19	Cijevni izmjenjivač topline, model: BR26-UB-3 (Shanghai Beyond Machinery Co., Ltd., 2022c)	3000 L h ⁻¹	1	2400 × 2000 × 2200	
20	Punilica (Made in China, 2022c)	3000 – 7500 bph	1	3850 × 1700 × 3800	






Tablica 8. Popis uređaja i opreme (nastavak)

Pozicija	Naziv uređaja/opreme	Kapacitet / volumen	Količina	Dimenzije (duljina × širina × visina / promjer × visina) (mm)	Slika uređaja/opreme
21	Konvejer (Shanghai Joylong Industry Co., Ltd., 2022a)	21 m min ¹	1	13050 × 300 × 825	
22	Mobilni držač koluta papira za aseptički stroj za punjenje, model: PBA-6000 (PLS Packaging, 2022)	500 kg	1	1000 × 500 × 950	
23	Kolica za papir, model: BC01 (Shanghai Joylong Industry Co., Ltd., 2022b)	500 kg	1	1185 × 500 × 1800	
Proizvodnja bademovog brašna					
24	Vertikalni konični sušionik s mogućnosti miješanja (Amixon GmbH, 2022)	2500 L	1	2862 × 3482	
25	Mlin, model: 6F40 (Alibaba, 2022g)	300 kg h ⁻¹	1	2450 × 1000 × 3500	




Tablica 8. Popis uređaja i opreme (nastavak)

Pozicija	Naziv uređaja/opreme	Kapacitet / volumen	Količina	Dimenzije (duljina × širina × visina / promjer × visina) (mm)	Slika uređaja/opreme
26	Pakirka za brašno, model: DCS-25K-L1D (Zhangzhou Jialong Technology Inc., 2022)	450-500 bph	1	3800 × 1690 × 3500	
Priprema biljnih ekstrakata					
27	Evaporator za ekstrakciju i koncentriranje, model: Y-DN-500 (Alibaba, 2022h)	500 L h ⁻¹	1	3200 × 1500 × 3000	
28	Centrifuga, model: LH270 (Alibaba, 2022i)	500 - 1000 L h ⁻¹	1	1100 × 900 × 1200	
29	Tank za pohranu ekstrakta komorača, model: Z2000HV11 (Letina Inox, 2021a)	2000 L	1	1116 × 2635	
30	Tank za pohranu ekstrakta mirte i lovora, model: Z1040HV10 (Letina Inox, 2021b)	1040 L	2	956 × 2050	

Tablica 8. Popis uređaja i opreme (nastavak)

Pozicija	Naziv uređaja/opreme	Kapacitet / volumen	Količina	Dimenzije (duljina × širina × visina / promjer × visina) (mm)	Slika uređaja/opreme
Pakiranje					
31	Automatski omotač paleta, model: Mytho A (Atlanta Stretch, 2020)	45 paleta h ⁻¹	1	2100 × 3750 × 3066	
Ostali uređaji i oprema					
32	Tunelski detektor metala, model: METRON 05 CI (Sollau, 2020a)	-	1	829 × 300 × 405 – 430	
33	Magnetni filter, model: MSP-AC EKO 100 V4 BARRACUDA (Sollau, 2020b)	-	1	390 × 275 × 810	
34	Mobilni CIP uređaj (Sani-Matic, Inc., 2022)	-	1	1880 × 990 × 1905	
35	Laboratorijski centralni stol s podpultnim elementima (GIMlab, 2021)	-	1	2100 × 1300 × 900	

Tablica 8. Popis uređaja i opreme (nastavak)

Pozicija	Naziv uređaja/opreme	Kapacitet / volumen	Količina	Dimenzije (duljina × širina × visina / promjer × visina) (mm)	Slika uređaja/opreme
36	Stol za pakiranje u sekundarnu ambalažu (Ikea, 2022)	-	2	1200 × 600 × 700	
37	Kontrolna vaga C21 (Mettler Toledo, 2022b)	10 g – 80 kg	1	700 × 1000 × 1200	
38	Epal Euro Paleta (EPAL 1) (European Pallet Association e.V., 2022)	1500 kg	126	800 × 1200 × 144	

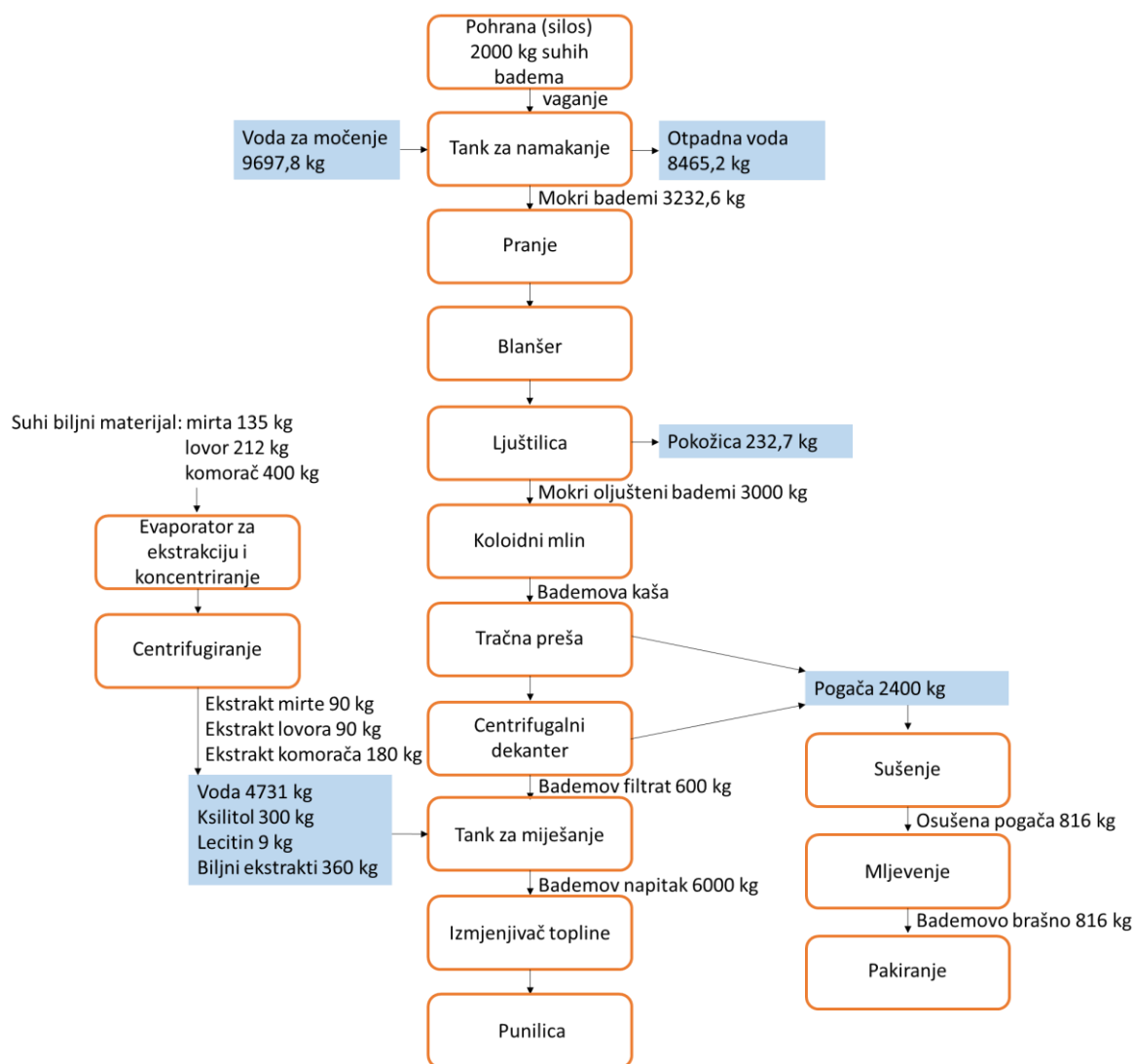
4.6. POPIS PROSTORIJA I OPREME

U tablici 9 prikazan je popis prostorija planiranog pogona, čija se površina prostire na 1445,83 m² uz pripadajuću površinu svake prostorije. Proizvodni dio pogona planiran je u ovisnosti o rasporedu i dimenzijama uređaja i opreme, a osiguran je i manipulativni prostor koji omogućava nesmetano kretanje djelatnika i materijala.

Tablica 9. Popis prostorija

Prostorija	Površina (m ²)
Portirnica	14,87
Hodnik 1	15,66
Hodnik 2	20,72
Ženski garderobno-sanitarni blok	22,47
Muški garderobno-sanitarni blok	22,47
Laboratorij	17,45
Blagovaonica i čajna kuhinja	28,66
WC	7,49
Administracija	14,08
Ured direktora	13,32
Soba za sastanke	29,80
Proizvodni pogon	502,32
Ured tehnologa	14,25
Hodnik 3	132,29
Spremište viličara	27,22
Skladište pomoćne opreme	18,72
Kotlovnica	38,04
Priprema ekstrakata	33,72
Skladište pomoćnih sirovina	36,60
Skladište ambalaže	43,31
Spremište sanitacija	22,74
CIP	12,90
Skladište gotovih proizvoda	188,62
Ekspedit gotovih proizvoda	59,10
Nadstrešnica – prijem i skladištenje sirovine	36,72

4.7. MATERIJALNA BILANCA



Slika 17. Materijalna bilanca prerade badema u obogaćeni bademov napitak, bademovo brašno i pripreme ekstrakata (vlastiti crtež)

Zadani dnevni kapacitet prerade badema iznosi 2000 kg. Bademi se prvo namaču u tanku za namakanje, gdje apsorbiraju vodu u vrijednosti od 161,63 % na svoju masu. Voda za namakanje i bademi u tanku su u omjeru 3:1. Masa badema nakon 12 h namakanja iznosi 3232,6 kg. Blanširanjem se omekšava pokožica na plodovima te se ona potom uklanja ljuštenjem. Pokožica čini približno 7,2 % mase badema. Masa oljuštenih badema iznosi 3000 kg, a masa uklonjene pokožice 232,7 kg. Nakon mljevenja bademova kaša se preša tračnom

prešom i potom se provodi separacija dobivenog bademovog filtrata centrifugalnim dekanterom. Tračna preša odvaja bademovu kašu na tekući dio, koji se odvodi na centrifugalni dekanter, i na pogaču, od koje se proizvodi bademovo brašno. Centrifugalni dekanter odvaja zaostale čestice krute faze u tekućem dijelu bademovog filtrata iz tračne preše. Te krute čestice se također odvođe za proizvodnju brašna. Oko 80 % mase mokrih oljuštenih badema zaostaje u bademovoj pogači, što iznosi 2400 kg, a ostatak (bademov filtrat) se odvodi u tank za miješanje. Proizvodi se 600 kg bademovog filtrata. U tanku za miješanje se miješaju bademov filtrat (10 % konačnog proizvoda), biljni ekstrakti (6 %), lecitin (0,15 %), ksilitol (5 %) i voda (78,85 %). Od 600 kg bademovog filtrata dnevno se proizvodi 6000 kg bademovog napitka. U tank za miješanje se dodaje 4731 L vode, 360 kg biljnih ekstrakata, 9 kg lecitina i 300 kg ksilitola (slika 17).

Ostatak dobiven prešanjem jest mokra pogača, čija masa iznosi 2400 kg. Pogača se suši se i potom melje. Sušenjem se uklanja otprilike 66 % vode iz pogače. Tako na mlin odlazi 816 kg osušene pogače koja se melje i pakira (slika 17).

Biljni ekstrakti su upareni do 25 % suhe tvari. Čine 6 % bademovog napitka, od čega 25 % čini mirta, 25 % lovor i 50 % komorač. Za 6000 kg napitka potrebno je: 90 kg ekstrakta mirte, 90 kg ekstrakta lovora i 180 kg ekstrakta komorača. Prema preliminarnom istraživanju (podaci nisu prikazani) od 300 g suhog bilja mirte proizvodi se 200 mL koncentriranog ekstrakta, od 150 g suhog lovora 100 mL te od 150 g suhog komorača 100 mL koncentriranog ekstrakta. U koncentriranim ekstraktima suha tvar mirte iznosi otprilike 25 %, lovora otprilike 10,5 % te komorača otprilike 11 %. Faktori preračunavanja korigirani na udio suhe tvari u ekstraktima iznose: za mirtu 1, za lovor 2,35 te za komorač 2,22. Iz toga slijedi da je za dnevnu proizvodnju 90 kg 25 %-tnog ekstrakta mirte potrebno 135 kg suhog bilja mirte, za proizvodnju 90 kg 25 %-tnog ekstrakta lovora potreban 212 kg suhog bilja lovora te za proizvodnju 180 kg 25 %-tnog ekstrakta komorača potrebno 400 kg suhog bilja komorača (slika 17).

4.7.1. Logistički podaci i kapacitet skladišta

Bademov napitak pakira se u višeslojnu (kombiniranu) primarnu ambalažu, dimenzija 73 × 73 × 200 mm. Napunjena jedinica primarne ambalaže teži otprilike 1 kg. Skladište gotovog proizvoda omogućuje skladištenje četrnaestodnevne proizvodnje bademovog napitka, odnosno 84000 kg bademovog napitka te 11424 kg bademovog brašna. Za četrnaestodnevnu

proizvodnju potrebno je 84000 jedinica višeslojne (kombinirane) ambalaže za napitak te 11424 papirnatih vreća za brašno. Sekundarna ambalaža, odnosno transportna ambalaža, je kartonska kutija, dimenzija 600 × 160 × 200 mm, u koju se pakira 16 jedinica primarne ambalaže napitka (Nordpack GmbH, 2020). Euro paleta EPAL 1 (1200 × 800 mm), može podnijeti 1500 kg (European Pallet Association e.V., 2022). Kutije se na palete stavljaju po 10 kutija, u 6 redova, što je 960 kg, odnosno 60 kutija. Visina kutija na paleti iznosi 1200 mm. Palete se potom omotavaju PE folijom (Atlanta Stretch, 2020) i pohranjuju u skladište gotovog proizvoda. Za dnevnu proizvodnju bademovog napitka potrebno je 375 kartonskih kutija i 7 paleta.

Primarna ambalaža u koju se pakira brašno su papirnate vreće od 1 kg. Dnevno se proizvede 816 kg brašna, za koje je potrebno 816 vreća, dimenzija 100 × 60 × 280 mm (Global Sources, 2022). Vreće se potom pakiraju transportnu ambalažu, kartonske kutije, dimenzija 1050 × 300 × 300 mm (Nordpack GmbH, 2022). U kartonsku kutiju stane po 10 vreća, pakirano u 5 redova, što iznosi 50 vreća po kutiji, odnosno 50 kg brašna. Kutije se potom slažu na Euro paletu EPAL 1 (1200 × 800 mm), po dvije kutije po redu, sveukupno 5 redova, odnosno 10 kutija, što čini 500 kg brašna po paleti (European Pallet Association e.V., 2022). Visina kutija na paleti iznosi 1400 mm. Za dnevnu proizvodnju brašna potrebno je 17 kartonskih kutija te 2 palete.

U skladištu pomoćnih sirovina skladišti se količina lecitina dostatna za 14 dana proizvodnje jer se lecitin u pogon doprema u bačvama od po 200 kg. Ksilitol se skladišti u količini dostatnoj za 14 dana proizvodnje, 4200 kg. U pogon se doprema u vrećama od 50 kg. Skladišti se 84 vreća, na 7 paleta. Za četrnaestodnevnu proizvodnju biljnih ekstrakata potrebno je 1890 kg suhog bilja mirte, 2968 kg suhog bilja lovora i 5600 kg suhog bilja komorača. Suho bilje se u pogon doprema u jumbo vrećama od po 1000 kg. Proizvedeni biljni ekstrakti se do upotrebe u proizvodnji napitka pohranjuju u tankove (Letina Inox, 2021a; Letina Inox, 2021b).

Skladište gotovih proizvoda: potrebno je 9 paleta za dnevnu proizvodnju. Skladišni regal je dimenzija: 2786 × 900 × 4000 mm. Može primiti dvije palete po polici, sveukupno 6 paleta. Za 14-dnevnu proizvodnju potrebno je 126 paleta. Potreban je 21 regal.

4.8. ENERGETSKA BILANCA

U tablici 10 prikazana je energetska bilanca svakog pojedinog uređaja/opreme te količina uređaja potrebna u proizvodnji. U energetsku bilancu je uključena istalirana radna snaga, voda

i vodena para. Potrebno je naglasiti da CIP uređaj za čišćenje (Sani-Matic, Inc., 2022) ima potrošnju vode 417 L min^{-1} tijekom rada te da konični sušionik (Amixon GmbH, 2022) kao energent koristi i plin (75 kWh), što nije navedeno u tablici.

Tablica 10. Energetska bilanca

Pozicija	Naziv uređaja/opreme	Količina	Instalirana radna snaga (kW)	Voda (L h ⁻¹)	Vodena para (kg h ⁻¹)
1	Elevator Z-oblika, model: ZT-2L za unos badema u silos (Made in China, 2022a)	1	1	-	-
4	Električni viličar, model: BT Reflex RRE120B (Toyota, 2022)	3	5	-	-
6	Elevator Z-oblika s dvije glave za unos badema u tankove za namakanje (September Machinery Co., Ltd., 2022)	1	0,75	-	-
8	Glikolni tank s pumpom (Alibaba, 2022b)	1	20	-	-
9	Hladnjak za vodu, model: LSA/HP 08/08A1 (Industrial Power Cooling, 2022)	1	2,7	-	-
10	Elevator za transport badema nakon namakanja (Alibaba, 2022c)	1	0,75	-	-
11	Uređaj za pranje badema, model: GQXJ-2 (Shanghai Beyond Machinery Co., Ltd., 2022a)	1	2,2	600	-
12	Blanšer, model: DPT-S (Alibaba, 2022d)	1	3	200	500
13	Ljuštilica za bademe, model: TP-G (Made in China, 2022b)	1	2	-	-

Tablica 10. Energetska bilanca (nastavak)

Pozicija	Naziv uređaja/opreme	Količina	Instalirana radna snaga (kW)	Voda (L h ⁻¹)	Vodena para (kg h ⁻¹)
14	Koloidni mlin, model: PUC 100 (Probst & Class GmbH & Co., 2022)	1	7,5	-	-
15	Tračna preša, model: DYJ-5 (Shanghai Beyond Machinery Co., Ltd., 2022b)	1	20	-	-
16	Centrifugalni dekanter, model: HY-80 (Alibaba, 2022e)	1	4	-	-
17	Tank za miješanje (Alibaba, 2022f)	2	2,2	-	-
18	Homogenizator, model: ACE-3/25 (ACE Machinery, 2022)	1	22	-	-
19	Cijevni izmjenjivač topline, model: BR26-UB-3 (Shanghai Beyond Machinery Co., Ltd., 2022c)	1	6	-	280
20	Punilica (Made in China, 2022c)	1	18,75	-	-
24	Vertikalni konični sušionik s mogućnosti miješanja (Amixon GmbH, 2022)	1	19	-	-
25	Mlin, model: 6F40 (Alibaba, 2022g)	1	13,2	-	-
26	Pakirka za brašno, model: DCS-25K-L1D (Zhangzhou Jialong Technology Inc., 2022)	1	3	-	-
27	Evaporator za ekstrakciju i koncentriranje, model: Y-DN-500 (Alibaba, 2022h)	1	4	-	300

Tablica 10. Energetska bilanca (nastavak)

Pozicija	Naziv uređaja/opreme	Količina	Instalirana radna snaga (kW)	Voda (L h ⁻¹)	Vodena para (kg h ⁻¹)
28	Centrifuga, model: LH270 (Alibaba, 2022i)	1	4	-	-
31	Automatski omotač paleta, model: Mytho A (Atlanta Stretch, 2020)	1	5	-	-
32	Tunelski detektor metala, model: METRON 05 CI (Sollau, 2020a)	1	0,05	-	-
34	Mobilni CIP uređaj (Sani-Matic, Inc., 2022)	1	30	-	-
	UKUPNO		208,3	800	1080

4.9. POTREBNA RADNA SNAGA

Kako je predviđen jednosmjenski rad pogona, potrebno je zaposliti sveukupno 27 djelatnika. Na mjestu direktora, tehnologa i djelatnika u laboratoriju zapošljavaju se visokoobrazovani ljudi, dok se na mjesta računovodstva i komercijalista zapošljavaju osobe sa srednjom stručnom spremom. Zapošljavanje 15 djelatnika sa srednjom stručnom spremom je predviđeno u proizvodnom dijelu pogona. Na mjestu portira i djelatnika za održavanje planirano je zapošljavanje 4 djelatnika sa srednjom stručnom spremom, a na mjestu čistača i skladištara četvero niže kvalificirana radnika. Budući da je sirovina dostupna tijekom cijele godine, broj zaposlenika bit će stalan, no moguće je mijenjanje njihovih radnih pozicija ovisno o potrebama u proizvodnji. U tablici 11 je dan detaljniji prikaz potreba za radnom snagom.

Tablica 11. Potreba za radnom snagom

RADNO MJESTO	BROJ ZAPOSLENIKA
Direktor	1 VSS
Računovodstvo	1 SSS
Komercijalist (nabava, prodaja)	1 SSS
Čistač/ica	2 NKV
Djelatnik za održavanje	2 SSS
Portir	2 SSS
Tehnolog	1 VSS
Laboratorij	2 VSS
Prihvat sirovine	2 SSS
Priprema biljnih ekstrakata	1 SSS
Priprema badema za preradu	2 SSS
Prerada badema	3 SSS
Miješanje sirovina	1 SSS
Pakiranje	4 SSS
Skladištar	2 NKV
UKUPNO:	27

4.10. TLOCRT

U prilogu 1 prikazan je tlocrt predviđenog pogona za preradu badema s odgovarajućim rasporedom prostorija, uređaja i opreme. Tlocrt je rađen u programu za tehničko crtanje AutoCAD. Prilikom projektiranja zgrade pogona (prilog 1) površine 1445,83 m² uzeta su u obzir pravila struke i zakoni Republike Hrvatske te se udovoljilo osnovnim građevinskim i arhitektonskim zahtjevima. Uz opremu i uređaje predviđen je i manipulativni prostor za nesmetani prolaz ljudi i materijala te vrata dovoljnih dimenzija. Pored glavnih prostorija proizvodnog procesa projektirane su i pomoćne proizvodne prostorije koje pomažu učinkovitijoj provedbi tog procesa. Silos u koji je pohranjena sirovina nalazi se u neposrednoj blizini početka proizvodnog procesa, pod nadstrešnicom. Garderobno-sanitacijski blokovi, soba za sastanke te uredi i laboratorij su smješteni tako da ne dolazi do križanja putova proizvodnog i neproizvodnog osoblja.

5. ZAKLJUČCI

Ovaj rad prijedlog je tehničko-tehnološkog rješenja pogona za preradu badema i proizvodnju obogaćenog bademovog napitka i bademovog brašna. Sukladno provedenoj raspravi i dobivenim rezultatima može se zaključiti sljedeće:

1. U sklopu ovog rada proveden je razvoj proizvoda te je korištena koncentracija badema u gotovom napitku iznosila 10 %. Komercijalno dostupni bademovi napici na tržištu sadrže 2-5 % badema. Prije odluke o proizvodnji trebalo bi stoga ispitati isplativost obogaćenog bademovog napitka jer u sklopu ovog rada nisu napravljene analize troškova proizvodnje i analiza tržišta, koje bi trebalo provesti u slučaju realizacije proizvodnje u realnim uvjetima. S obzirom na količinu badema i dodatak biljnih ekstrakata, proizvod opisan u ovom radu postigao bi veću tržišnu cijenu od trenutno dostupnih bademovih napitaka.
2. Tijekom razvoja proizvoda određen je idući optimalan sastav obogaćenog bademovog napitka: 10 % badema, 82,28 % vode, 4 % biljnih ekstrakata, 3,6 % ksilitola, 0,12 % lecitina.
3. Za lokaciju pogona odabrana je parcela površine 49893 m² u okolici Žitnjaka, smještena u Ulici Gordana Lederera, zbog prometne povezanosti, dovoda struje i vode te odvodnje s obzirom da se radi o industrijskoj zoni.
4. Na odabranoj parceli su, uz glavnu zgradu površine 1445,83 m², smješteni i asfaltirani pristupni putovi za ljude i vozila su te parkiralište s odgovarajućim brojem parkirnih mjesta za zaposlenike i goste, dok se ostatak parcele izvodi kao zelena površina.
5. Glavna zgrada se sastoji od proizvodnog i neproizvodnog prostora, a projektirana je u skladu s pravilima prehrambene struke i odgovarajućim arhitektonskim i građevinskim zahtjevima.
6. Planiran je dnevni kapacitet proizvodnje 6000 L obogaćenog bademovog napitka i 816 kg bademovog brašna. Prilikom dnevne proizvodnje navedenog kapaciteta potrebno je preraditi 2000 kg badema.
7. Gotov proizvod – bademov napitak se puni u kombiniranu ambalažu zapremnine 1 L, a bademovo brašno se pakira u papirnate vreće zapremnine 1 kg. Predviđen je prostor za skladištenje četrnaestodnevne proizvodnje, kapaciteta 84000 L bademovog napitka i 11424 kg bademovog brašna.

6. LITERATURA

ACE Machinery (2022) Homogenizator, model: ACE-3/25. https://www.ace-chn.com/High_Pressure_Homogenizer.html. Pristupljeno 10. lipnja 2022.

Alibaba (2022a) Silos za pohranu badema, model: TCKZ02705. https://www.alibaba.com/product-detail/Small-Grain-Silos-10-Ton-Capacity_1600292936587.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.50d92baawEUq3G&s=p. Pristupljeno 10. lipnja 2022.

Alibaba (2022b) Glikolni tank s pumpom. https://www.alibaba.com/product-detail/500L-Stainless-Steel-304-Glycol-Water_1600492476790.html. Pristupljeno 10. lipnja 2022.

Alibaba (2022c) Elevator za transport badema nakon namakanja. https://www.alibaba.com/product-detail/Conveyor-Belt-Belt-Industrial-Conveyor-DY90_1600115312568.html?spm=a2700.7724857.0.0.74ec2e4ftOhiXK&s=p. Pristupljeno 10. lipnja 2022.

Alibaba (2022d) Blanšer, model: DPT-S. https://www.alibaba.com/product-detail/Hotsell-Steam-Blanching-Machine-for-Fruit_1600148950131.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.1ae43ec05PgQ0w. Pristupljeno 10. lipnja 2022.

Alibaba (2022e) Centrifugalni dekanter, model: HY-80. https://www.alibaba.com/product-detail/Decanter-Centrifuge-Decanter-Centrifuge-Company-Capacity_62480908905.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.57d622a2iFKaVL&s=p. Pristupljeno 17. lipnja 2022.

Alibaba (2022f) Tank za miješanje. https://www.alibaba.com/product-detail/L-5000-6000L-Mixing-Tank-500l_1600487128023.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.5d546784ShnwEA&s=p. Pristupljeno 10. lipnja 2022.

Alibaba (2022g) Mlin, model: 6F40. https://www.alibaba.com/product-detail/Flour-Mill-Flour-Mill-Mini-Flour_62305654154.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.64da2440FbVfr1&s=p. Pristupljeno 14. lipnja 2022.

Alibaba (2022h) Evaporator za ekstrakciju i koncentriranje, model: Y-DN-500. https://www.alibaba.com/product-detail/Evaporator-Extraction-And-Factory-Direct-Three_1600275020933.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.663422b5X8vP6j&s=p. Pristupljeno 14. lipnja 2022.

Alibaba (2022i) Centrifuga, model: LH270. https://www.alibaba.com/product-detail/Factory-Use-For-Separating-Plant-Automatic_1600474575389.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.550339b8jMdyV0&s=p. Pristupljeno 14. lipnja 2022.

Almond Board of California (2007) Guidelines for Validation of Blanching Processes, <https://www.almonds.com/sites/default/files/blanching-validation-guidelines.pdf>. Pristupljeno 28. ožujka 2022.

Alozie Yetunde E i Udofia US (2015) Nutritional and Sensory Properties of Almond (*Prunus amygdalu* Var. *Dulcis*) Seed Milk. *WJDFS* **10**, 117-121. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2015.10.2.9622>

Alves E, Giaretta AG, Oliveira GL de, Parisenti J, da Silva ACL (2016) Development and Acceptability of Gluten-Free Madeleine. *J Culin Sci Technol* **14**, 311–317. <https://doi.org/10.1080/15428052.2015.1129009>

Amensour M, Sendrab E, Abrini J, Bouhdida S, Pérez-Alvarez JA, Fernández-López J (2009) Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Myrtle (*Myrtus communis*) Extracts. *Nat Prod Commun* **4(6)**, 819-824. <https://doi.org/10.1177%2F1934578X0900400616>

Amensour M, Sendra E, Abrini J, Pérez-Alvarez JA, Fernández-López J (2010) Antioxidant activity and total phenolic compounds of myrtle extracts. *CYTA J Food* **8**, 95–101. <https://doi.org/10.1080/19476330903161335>

Amixon GmbH (2022) Vertikalni konični sušionik s mogućnosti miješanja. <https://www.amixon.com/en/products/conical-vertical-dryer>. Pristupljeno 22. lipnja 2022.

Arain M, Campbell MJ, Cooper CL, Lancaster GA (2010) What is a pilot or feasibility study? A review of current practice and editorial policy. *BMC Med Res Methodol* **10**. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-10-67>

Arcod (2022) Preglednik. <http://preglednik.arkod.hr> Pristupljeno 05. ožujka 2022.

Atlanta Stretch (2020) Automatski omotač paleta, model: Mytho A. <https://www.atlantastretch.com/prodotto/mytho-a-with-mast/>. Pristupljeno 25. lipnja 2022.

Aydar EF, Tutuncu S, Ozcelik B (2020) Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *J Funct Food* **70**, 103975. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>

Bai SH, Brooks P, Gama R, Nevenimo T, Hannet G, Hannet D i sur. (2019) Nutritional quality of almond, canarium, cashew and pistachio and their oil photooxidative stability. *J Food Sci Technol* **56**, 792-798. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3539-6>

Balbino S (2021) Tehnološko projektiranje (interna skripta), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Bbosa GS, Kitya D, Lubega A, Ogwal-Okeng J, Anokbonggo WW, Kyegombe DB (2013) Review of the biological and health effects of aflatoxins on body organs and body systems. U: Razzaghi-Abyaneh M (ured.) Aflatoxins-recent advances and future prospects, InTech, Rijeka, str. 239-265.

Berendika M, Drozdek SD, Odeh D, Oršolić N, Dragičević P, Sokolović M, i sur. (2022) Beneficial Effects of Laurel (*Laurus nobilis* L.) and Myrtle (*Myrtus communis* L.) Extract on Rat Health. *Molecules* **27**, 581. <https://doi.org/10.3390/molecules27020581>

Benzie IFF (1996) An automated, specific, spectrophotometric method for measuring ascorbic acid in plasma (EFTSA). *Clin Biochem* **29**, 111-116. [https://doi.org/10.1016/0009-9120\(95\)02013-6](https://doi.org/10.1016/0009-9120(95)02013-6)

Benzie IFF, Strain JJ (1996) The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Anal Biochem* **239**, 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>

Berk Z (2018) Food Process Engineering and Technology, 3. izd., Academic Press, Academic Press, London.

Bertelsen AS, Laursen A, Knudsen TA, Møller S, Kidmose U (2018) Bitter taste masking of enzyme-treated soy protein in water and bread. *J Sci Food Agric* **98**, 3860-3869. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8903>

- Caceres I, Al Khoury A, El Khoury R, Lorber S, Oswald IP, El Khoury A i sur. (2020) Aflatoxin biosynthesis and genetic regulation: A review. *Toxins* **12**, 150. <https://doi.org/10.3390/toxins12030150>
- Camacho-Bernal GI, Cruz-Cansino NDS, Ramírez-Moreno E, Delgado-Olivares L, Zafra-Rojas QY, Castañeda-Ovando A, Suárez-Jacobo Á (2021) Addition of bee products in diverse food sources: Functional and physicochemical properties. *Appl Sci* **11**, 8156. <https://doi.org/10.3390/app11178156>
- Chattopadhyay S, Raychaudhuri U, Chakraborty R (2014) Artificial sweeteners—a review. *J F Sci Technol* **51**, 611-621. <https://doi.org/10.1007%2Fs13197-011-0571-1>
- Chen CY, Milbury PE, Lapsley K, Blumberg JB (2005) Flavonoids from almond skins are bioavailable and act synergistically with vitamins C and E to enhance hamster and human LDL resistance to oxidation. *J Nutr* **135**, 1366-1373. <https://doi.org/10.1093/jn/135.6.1366>
- Company RSI, Alonso JM, Kodad O, Gradziel TM (2012) Almond. U: Badenes ML, Byrne DH (ured.) Fruit Breeding, Springer, New York, str. 697-728.
- Company RSI, Ansón JM, Espiau MT (2017) Taxonomy, Botany and Physiology. U: Company RSI, Gradziel TM (ured.) Almonds: Botany, Production and Uses, CABI Publishing, Oxfordshire/Boston, str. 1-42.
- Cui L, Decker EA (2016) Phospholipids in foods: prooxidants or antioxidants?. *J Sci Food Agric* **96**, 18-31. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7320>
- Damiani N, Fernández NJ, Porrini MP, Gende LB, Álvarez E, Buffa F, i sur. (2014) Laurel leaf extracts for honeybee pest and disease management: Antimicrobial, microsporidicidal, and acaricidal activity. *Parasitol Res* **113**, 701–709. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3698-3>
- Deng L (2021) Current Progress in the Utilization of Soy-Based Emulsifiers in Food Applications—A Review. *Foods* **10**, 1354. <https://doi.org/10.3390/foods10061354>
- Dhakal S, Liu C, Zhang Y, Roux KH, Sathe SK, Balasubramaniam VM (2014) Effect of high pressure processing on the immunoreactivity of almond milk. *Food Res Int* **62**, 215–222. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.021>

- Dhakal S, Giusti MM, Balasubramaniam VM (2016) Effect of high pressure processing on dispersive and aggregative properties of almond milk. *J Sci Food Agr* **96**, 3821–3830. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7576>
- EPA (2022) Xylitol. EPA-European Association of Polyol Producers. <https://polyols-eu.org/polyols/xylitol/>. Pristupljeno 20. svibnja 2022.
- Espada Carbó JL, Conell JH (2017) Almond Harvesting. U: Company RSI, Gradziel TM (ured.) Almonds: Botany, Production and Uses, CABI Publishing, Oxfordshire/Boston, str. 406-427.
- European Pallet Association e.V. (2022) Euro paleta EPAL 1. <https://www.epal-pallets.org/eu-en/load-carriers/epal-euro-pallet#c181>. Pristupljeno 25 lipnja 2022.
- Evrendilek GA (2012) Sugar alcohols (polyols). U: Varzakas T, Labropoulos A, Anestis S (ured.) Sweeteners: nutritional aspects, applications, and production technology, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, str. 53-56.
- Fasoli E, D'Amato A, Kravchuk A v., Citterio A, Righetti PG (2011) In-depth proteomic analysis of non-alcoholic beverages with peptide ligand libraries. I: Almond milk and orgeat syrup. *J Proteomics* **74**, 1080–1090. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2011.03.016>
- FDA (2022) Substances Added to Food: Xylitol. FDA-Food & Drug Administration. <https://www.cfsanappsexternal.fda.gov/scripts/fdcc/index.cfm?set=FoodSubstances&id=XYLITOL>. Pristupljeno 20. svibnja 2022.
- Ferrini L, Rodríguez JP, Melana Colavita JP, Olea G, Ojeda GA, Ricciardi G, i sur. (2021) Anti-inflammatory activity of *Nectandra angustifolia* (Laurel Amarillo) ethanolic extract. *J Ethnopharmacol* **272**, 113937. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.113937>
- Fonseca CR, Bento MS, Quintero ES, Gabas AL, Oliveira CA (2011) Physical properties of goat milk powder with soy lecithin added before spray drying. *Int J Food Sci Technol* **46**, 608-611. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02527.x>
- Franklin LM, Mitchell AE (2019) Review of the Sensory and Chemical Characteristics of Almond (*Prunus dulcis*) Flavor. *J Agr Food Chem* **67**, 2743–2753. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b06606>

Gad AS, El-Salam MHA (2010) The antioxidant properties of skim milk supplemented with rosemary and green tea extracts in response to pasteurisation, homogenisation and the addition of salts. *Int J Dairy Technol* **63**, 349–355. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2010.00585.x>

GIMlab (2021) Laboratorijski centralni stol sa podpultnim elementima. <http://www.gimlab.hr/pdf/Lab%20PC%20stol%20sa%20podpultnim%20elem%20HR.pdf>.
Pristupljeno 25. lipnja 2022.

Global Sources (2022) Vreće za brašno od 1 kg. https://www.globalsources.com/product/1kg-flour-packaging-paper-bag-accept-custom-order_1146743920f.htm.
Pristupljeno 25. lipnja 2022.

Globe Newswire (2022) Plant-based Milk Market to reach US\$ 30.79 Bn by 2031 – Comprehensive Research Report by FMI. <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/04/19/2424808/0/en/Plant-based-Milk-Market-to-reach-US-30-79-Bn-by-2031-Comprehensive-Research-Report-by-FMI.html>.
Pristupljeno 01. srpnja 2022.

Grad Zagreb (2019) Gradske četvrti Grada Zagreb: Peščenica – Žitnjak, Gradski ured za strategijsko planiranje i razvoj grada, Zagreb, 2019.

Grbac B, Lončarić D (2010) Ponašanje potrošača na tržištu krajnje i poslovne potrošnje-osobitosti, reakcije, izazovi, ograničenja. Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, str. 25-46. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:192:957865>

Grembecka M (2015) Sugar alcohols—their role in the modern world of sweeteners: a review. *Eur Food Res Technol* **241**, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2437-7>

Guiotto EN, Tomás MC, Diehl BW (2015) Sunflower lecithin. U: Ahmad MU, Xu X (ured.) *Polar lipids*, Elsevier, str. 57-75.

Gupta M (2018) The innovation process from an idea to a final product: a review of the literature. *Int J Comp Manag* **1**, 400-421.

Hasan NA (2012) Almond milk production and study of quality characteristics. *J Acad* **2**, 1-8. <https://nsembilan.uitm.edu.my/joacns/>

Huiling L, Dan L (2020) Value chain reconstruction and sustainable development of green manufacturing industry. *Sustain Comput-Infor* **28**, 100418. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2020.100418>

IARC (2002) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 82. IARC-International Agency for Research on Cancer. <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono82.pdf>. Pristupljeno: 27. ožujka 2022.

Ikea (2022) Stol za pakiranje u sekundarnu ambalažu. <https://www.ikea.com/hr/hr/p/lagkaptan-adils-radni-stol-bijela-s29416758/>. Pristupljeno 14. lipnja 2022.

Industrial Power Cooling (2022) Hladnjak za vodu, model: LSA/HP 08/08A1. <https://www.ipcuk.com/product/lisa/>. Pristupljeno 10. lipnja 2022.

Ismail A, Gonçalves BL, de Neeff DV, Ponzilacqua B, Coppa CF, Hintzsche H i sur. (2018) Aflatoxin in foodstuffs: Occurrence and recent advances in decontamination. *Int Food Res J* **113**, 74-85. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.067>

Jinan Cassman Machinery Co., Ltd. (2022) Tank za namakanje. <https://www.cassmanbrew.com/Stainless-Steel-Liquid-Storage-Tank-pd43238222.html>. Pristupljeno 11. lipnja 2022.

Katastarski registar Državne geodetske uprave (2022) Čestica 200/1. <https://oss.uredjenazemlja.hr/public/cadServices.jsp?action=dkpViewerPublic>. Pristupljeno 23. veljače 2022.

Kester DE, Kader AA, Cunningham S (2003) Almonds. U: Caballero B, Trugo LC, Finglas PM (ured.) *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 2. izd., Academic Press, Amsterdam, str. 150-155.

Küllenberg D, Taylor LA, Schneider M, Massing U (2012) Health effects of dietary phospholipids. *Lipids Health Dis* **11**, 1-16. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-11-3>

Letina Inox (2021a) Tank za pohranu ekstrakta komorača, model: Z2000HV11. <https://letina.com/en/stock/z2000hv11-116961/>. Pristupljeno 25. lipnja 2022.

Letina Inox (2021b) Tank za pohranu ekstrakta mirte i lovora, model: Z1040HV10. <https://letina.com/en/stock/z1040hv10-116203/>. Pristupljeno 25. lipnja 2022.

Lipan L, Rusu B, Sendra E, Hernández F, Vázquez-Araújo L, Vodnar DC, i sur. (2020) Spray drying and storage of probiotic-enriched almond milk: probiotic survival and physicochemical properties. *J Sci Food Agr* **100**, 3697–3708. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10409>

- Lipan L, Rusu B, Simon EL, Sendra E, Hernández F, Vodnar DC i sur. (2021) Chemical and sensorial characterization of spray dried hydroSOSustainable almond milk. *J Sci Food Agric* **101**, 1372-1381. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10748>
- List GR (2015) Soybean lecithin: Food, industrial uses, and other applications. U: Ahmad MU, Xu X (ured.) Polar lipids, Elsevier, str. 1-33.
- López-Gómez A, Barbosa-Cánovas GV (2005) Food Plant Design, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Ly KA, Milgrom P, Rothen M (2006) Xylitol, sweeteners, and dental caries. *Pediatr Dent* **28**, 154-163.
- Made in China (2022a) Elevator Z-oblika, model: ZT-2L za unos badema u silos. <https://vibratingscreen.en.made-in-china.com/product/FCrJKwzOcdko/China-Heavy-Duty-Material-Handling-Conveyors-Machine-Z-Type-Bucket-Elevator.html>. Pristupljeno 19. lipnja 2022.
- Made in China (2022b) Ljuštilica za bademe, model: TP-G. <https://xuanhua.en.made-in-china.com/product/iORGBhyjMMWz/China-Best-Selling-Easy-Operate-Peanut-Remove-Peanut-Skin-Almond-Peeling-Shelling-Machine.html>. Pristupljeno 21. lipnja 2022.
- Made in China (2022c) Punilica. <https://m.made-in-china.com/product/Aseptic-Prisma-Diamond-Brick-Carton-Filling-Machine-for-Guava-Lemon-Orange-Juice-Almond-Milk-Production-Line-935187865.html>. Pristupljeno 14. lipnja 2022.
- Maghsoudlou Y, Alami M, Mashkour M, Shahraki MH (2016) Optimization of Ultrasound-Assisted Stabilization and Formulation of Almond Milk. *J Food Process Pres* **40**, 828–839. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12661>
- Mahato DK, Lee KE, Kamle M, Devi S, Dewangan KN, Kumar P, Kang SG (2019) Aflatoxins in food and feed: an overview on prevalence, detection and control strategies. *Front Microbiol* **10**, 2266. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02266>
- Mäkinen KK (2011) Sugar alcohol sweeteners as alternatives to sugar with special consideration of xylitol. *Med Princ Pract* **20**, 303-320. <https://doi.org/10.1159/000324534>

- Mansouri S, Foroumadi A, Ghaneie T, Najar AG (2001) Antibacterial activity of the crude extracts and fractionated constituents of *Myrtus communis*. *Pharm Biol* **39**, 399–401. <https://doi.org/10.1076/phbi.39.5.399.5889>
- Marchese S, Polo A, Ariano A, Velotto S, Costantini S, Severino L (2018) Aflatoxin B1 and M1: Biological properties and their involvement in cancer development. *Toxins* **10**, 214. <https://doi.org/10.3390/toxins10060214>
- Maroulis ZB, Saravacos GD (2003) Food Process Design, Marcel Dekker, New York.
- Maroulis ZB, Saravacos GD (2008) Food plant economics. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton/London/New York.
- Medda S, Mulas M (2021) Fruit quality characters of myrtle (*Myrtus communis* L.) selections: Review of a domestication process. *Sustainability* **13**, 8785. <https://doi.org/10.3390/su13168785>
- Mettler Toledo (2022a) Podna vaga, model: PFD779-E1200. https://www.mt.com/hr/hr/home/products/Industrial_Weighing_Solutions/floor-scales-heavy-duty/floor-scales/model-pfd779-e1200-39800892.html. Pristupljeno 19. lipnja 2022.
- Mettler Toledo (2022b) Kontrolna vaga C21. https://www.mt.com/hr/hr/home/products/Product-Inspection_1/checkweighing/C21.html#overviewpm. Pristupljeno 01. srpnja 2022.
- Miedzianka J, Drzymala K, Nems A, Kita A (2021) Comparative evaluation of the antioxidant, antimicrobial and nutritive properties of gluten-free flours. *Sci Rep* **11**, 10385. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89845-6>
- Milgrom P, Zero DT, Tanzer JM (2009) An examination of the advances in science and technology of prevention of tooth decay in young children since the Surgeon General's Report on Oral Health. *Acad Pediatr* **9**, 404-409. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2009.09.001>
- Mirrahimi A, Srichaikul K, Esfahani A, Banach MS, Sievenpiper JL, Kendall CWC, i sur. (2011) Almond (*Prunus dulcis*) Seeds and Oxidative Stress. U: Preedy VR, Watson RR, Patel VB (ured.) Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention, Academic Press, London/Burlington/ San Diego, str. 161-166.

Mocanu GD, Rotaru G, Vasile A, Botez E, Andronoiu G, Nistor O, i sur. (2009) Studies on the production of probiotic dairy products based on milk and medicinal plant extracts. *J Agroaliment Processes Technol* **15**, 234-238.

Mohammadzaheri R, Dogaheh MA, Kazemipour M, Soltaninejad K (2020) Disperzivna tekućinsko-tekućinska mikroekstrakcija temeljena na eksperimentalnom centralnom kompozitnom dizajnu u svrhu određivanja diazinona u ljudskoj mokraći: razvoj i validacija metode. *Arh Hig Rada Toksikol* **71**, 48-55. <https://doi.org/10.2478/aiht-2020-71-3292>

Molina RDI, Campos-Silva R, Díaz MA, Macedo AJ, Blázquez MA, Alberto MR, i sur. (2020) Laurel extracts inhibit *Quorum sensing*, virulence factors and biofilm of foodborne pathogens. *LWT* **134**, 109899. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109899>

Newton GW, Schmidt ES, Lewis JP, Conn E, Lawrence R (1981) Amygdalin toxicity studies in rats predict chronic cyanide poisoning in humans. *West J Med* **134**, 97-103.

Nigam P, Singh D (1995) Processes of fermentative production of xylitol—a sugar substitute. *Process Biochem* **30**, 117-124. [https://doi.org/10.1016/0032-9592\(95\)80001-8](https://doi.org/10.1016/0032-9592(95)80001-8)

Nordpack GmbH (2020) Kartonske kutije. <https://www.nordpack.de/en/double-wall-boxes/>. Pristupljeno 25. lipnja 2022.

Oktay M, Gülçin I, Küfrevioğlu ÖI (2003) Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts. *LWT* **36**, 263–271. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(02\)00226-8](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(02)00226-8)

Orhan N, Damlaci T, Baykal T, Özek T, Aslan M (2015) Hypoglycaemic effect of seed and fruit extracts of laurel cherry in different experimental models and chemical characterization of the seed extract. *Rec Nat Prod* **9**, 379-385.

Ostry V, Malir F, Toman J, Grosse Y (2017) Mycotoxins as human carcinogens—the IARC Monographs classification. *Mycotoxin Res* **33**, 65-73. <https://doi.org/10.1007/s12550-016-0265-7>

Pascuzzi S, Santoro F (2017) Analysis of the almond harvesting and hulling mechanization process: A case study. *Agriculture* **7**, 100. <https://doi.org/10.3390/agriculture7120100>

Penha CB, Santos VDP, Speranza P, Kurozawa LE (2021) Plant-based beverages: Ecofriendly technologies in the production process. *Innov Food Sci Emerg* **72**, 102760. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102760>

PLS Packaging (2022) Mobilni držač koluta papira za aseptički stroj za punjenje, model: PBA-6000. <https://www.aseptic-filler.com/sale-12535697-950mm-enhancing-height-paper-reel-truck-for-aseptic-filling-machine.html>. Pristupljeno 22. lipnja 2022.

Pravilnik (2008) Pravilnik o označavanju, reklamiranju i prezentiranju hrane. Narodne novine 41, Zagreb. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_04_41_1399.html Pristupljeno 26. veljače 2022.

Pravilnik (2015) Pravilnik o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava. Narodne novine 68, Zagreb. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_06_68_1307.html Pristupljeno 24. veljače 2022.

Probst & Class GmbH & Co. (2022) Koloidni mlin, model: PUC 100. <https://colloid-mills.com/colloid-mill-type-o>. Pristupljeno 10. lipnja 2022.

Rodrigues P, Venâncio A, Lima N (2012) Mycobiota and mycotoxins of almonds and chestnuts with special reference to aflatoxins. *Int Food Res J* **48**, 76-90. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.02.007>

RPP Containers (2022) Plastični spremnik s ispuštanjem s donje strane, model: DGB574532-HB. <https://www.rppcontainers.com/Hopper-Bottom-Containers/hopper-bottom-CenterFlow-Base>. Pristupljeno 19. lipnja 2022.

Rustom IY (1997) Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. *Food Chem* **59**, 57-67. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00096-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00096-9)

Sadeghpour N, Montaseri A, Najafpour A, Dolatkah H, Rajabzadeh A, Khaki AA (2015) Study of *Foeniculum vulgare* (Fennel) Seed Extract Effects on Serum Level of Oxidative Stress. *Crescent J Med Biol Sci* **2**, 59-63.

Sani-Matic, Inc. (2022) Mobilni CIP uređaj. <https://sanimatic.com/food-beverage/clean-in-place/cip-mini/>. Pristupljeno 25. lipnja 2022.

Santana RV, dos Santos DC, Santana ACA, de Oliveira Filho JG, de Almeida AB, de Lima TM i sur. (2020) Quality parameters and sensorial profile of clarified “Cerrado” cashew juice

supplemented with *Sacharomyces boulardii* and different sweeteners. *LWT* **128**, 109319. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109319>

Saravacos G, Kostaropoulos AE (2016) Handbook of Food Processing Equipment, 2. izd., Springer, Cham/Heidelberg/New York/Dordrecht/London.

Schade JE, McGreevy K, King JrAD, Mackey B, Fuller G (1975) Incidence of aflatoxin in California almonds. *Appl Microbiol* **29**, 48-53. <https://doi.org/10.1128/am.29.1.48-53.1975>

Schatzki TF (1996) Distribution of aflatoxin in almonds. *J Agric Food Chem* **44**, 3595-3597. <https://doi.org/10.1021/jf960120j>

Seow CC, Gwee CN (1997) Coconut milk: chemistry and technology. *Int J Food Sci Tech* **32**, 189–201. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.1997.00400.x>

September Machinery Co., Ltd. (2022) Elevator Z-oblika s dvije glave za unos badema u tankove za namakanje. <https://sepmachinery.com/bucket-elevator-2-2/z-type-bucket-elevator-2/#>. Pristupljeno 19. lipnja 2022.

Sethi S, Tyagi SK, Anurag RK (2016) Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *J Food Sci Tech* **53**, 3408–3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>

Shanghai Beyond Machinery Co., Ltd. (2022a) Uređaj za pranje badema, model: GQXJ-2. <https://www.shbenyou.com/bubble-cleaning-machine-16251975803204699.html>.

Pristupljeno 14. lipnja 2022.

Shanghai Beyond Machinery Co., Ltd. (2022b) Tračna preša, model: DYJ-5. <https://www.shbenyou.com/belt-press-extractor-16252039651737442.html>. Pristupljeno 14. lipnja 2022.

Shanghai Beyond Machinery Co., Ltd. (2022c) Cijevni izmjenjivač topline, model: BR26-UB-3. <https://www.shbenyou.com/tubular-ugt-sterilizer-16251926463328755.html>. Pristupljeno 14. lipnja 2022.

Shanghai Joylong Industry Co., Ltd. (2022a) Konvejer. <https://www.shjoylong.com/jb---aseptic-brick-carton-filling-machine-for-ml-ml-390.html>. Pristupljeno 21. lipnja 2022.

Shanghai Joylong Industry Co., Ltd. (2022b) Kolica za papir, model: BC01. <https://www.shjoylong.com/paper-trolley-381.html>. Pristupljeno 22. lipnja 2022.

Shortle E, O'Grady MN, Gilroy D, Furey A, Quinn N, Kerry JP (2014) Influence of extraction technique on the anti-oxidative potential of hawthorn (*Crataegus monogyna*) extracts in bovine muscle homogenates. *Meat Sci* **98**, 828-834. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.07.001>

Sollau (2020a) Tunelski detektor metala, model: METRON 05 CI. <https://www.sollau.com/tunnel-metal-detector-metron-05-ci-food-processing-industry>. Pristupljeno 25. lipnja 2022.

Sollau (2020b) Magnetni filter, model: MSP-AC EKO 100 V4 BARRACUDA. <https://www.sollau.com/self-cleaning-magnetic-filters-msp-ac-eko>. Pristupljeno 25. lipnja 2022.

Torna E, Rivero Mendoza D, Dahl WJ (2020) Plant-Based Milks: Almond. Food Science and Human Nutrition Department, UF/IFAS Extension FSHN20-48, Sveučilište Florida, Florida.

Toyota (2022) Električni viličar, model: BT Reflex RRE120B. <https://toyota-vilicari.hr/nasa-ponuda/elektricni-regalni-vilicari/jednostavno-ucinkovit/bt-reflex-12t-osnovni/>. Pristupljeno 19. lipnja 2022.

Trojanowska J, Kolinski A, Galusik D, Varela ML, Machado J (2018) A methodology of improvement of manufacturing productivity through increasing operational efficiency of the production process. U: Hamrol A, Ciszak O, Legutko S, Jurczyk M (ured.) *Advances in Manufacturing*, Springer, Cham, str. 23-32. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68619-6_3

Tuberoso CIG, Barra A, Angioni A, Sarritzu E, Pirisi FM (2006) Chemical composition of volatiles in Sardinian myrtle (*Myrtus communis* L.) alcoholic extracts and essential oils. *J Agr Food Chem* **54**, 1420–1426. <https://doi.org/10.1021/jf052425g>

Ukrainczyk M (2010) Planiranje pokusa u industriji. *HČPTBN* **5**, 96-105. <https://hrcak.srce.hr/63984>

Uredba Komisije (EZ) (2006) br. 1881/2006 o utvrđivanju najvećih dopuštenih količina određenih kontaminanata u hrani. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32006R1881&from=HR#ntr5-L_2006364HR.01001501-E0005. Pristupljeno 22. ožujka 2022.

Valencia-Flores DC, Hernández-Herrero M, Guamis B, Ferragut V (2013) Comparing the Effects of Ultra-High-Pressure Homogenization and Conventional Thermal Treatments on the

Microbiological, Physical, and Chemical Quality of Almond Beverages. *J Food Sci* **78**, 199-205. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12029>

van Nieuwenhuyzen W (1976) Lecithin production and properties, *J Am Oil Chem Soc* **53**, 425-427. <https://doi.org/10.1007/BF02605737>

van Nieuwenhuyzen W, Szuhaj BF (1998) Effects of lecithins and proteins on the stability of emulsions. *Lipid/Fett* **100**, 282-291. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-4133\(199807\)100:7%3C282::AID-LIPI282%3E3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-4133(199807)100:7%3C282::AID-LIPI282%3E3.0.CO;2-W)

Vasilescu R, Ionescu AM, Mihai A, Carniciu S, Ionescu-Tirgoviste C (2011) Sweeteners and metabolic diseases: xylitol as a new player. *Proc Rom Acad* **2**, 125-128.

Vrsaljko S, Pivac J, Pleština V (2019) Sustav za planiranje i implementaciju projektnih zadataka u nastavi informatike. *J Technol Educ* **3**, 21-39. <https://doi.org/10.36978/cte.3.1.3>

Wang R, Zhou X, Chen Z (2008) High pressure inactivation of lipoxygenase in soy milk and crude soybean extract. *Food Chem* **106**, 603–611. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.056>

Wansutha S, Yuenyaow L, Jantama K, Jantama SS (2018) Antioxidant activities of almond milk fermented with lactic acid bacteria. *Thaiphesatchasan* **42**, 115-119.

Water (2022) Afla-V ONE. <https://www.vicam.com/products/afla-v-one>. Pristupljeno 10. lipnja 2022.

Wendel A (2000) Lecithin. U: Kirk – Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, John Wiley & Sons, New York.

Whitaker TB, Slate A, Birmingham T, Adams J, Jacobs M, Gray G (2010) Correlation between aflatoxin contamination and various USDA grade categories of shelled almonds. *J AOAC Int* **93**, 943-947. <https://doi.org/10.1093/jaoac/93.3.943>

Yakut HI, Koyuncu E, Cakir U, Tayman C, Koyuncu İ, Taskin Turkmenoglu T, i sur. (2020) Preventative and therapeutic effects of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts against necrotizing enterocolitis. *J Food Biochem* **44**. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13284>

Yerlikaya O, Akan E, Bayram OY, Karaman AD, Kinik O (2021) The impact of medicinal and aromatic plant addition on antioxidant, total phenolic, antimicrobial activities, and microbiological quality of Mozzarella cheese. *Int Food Res J* **28**, 508-516.

Yıldırım AN, San B, Koyuncu F, Yıldırım F (2010) Variability of phenolics, α -tocopherol and amygdalin contents of selected almond (*Prunus amygdalus* Batsch.) genotypes. *J Food, Agric Environ* **8**, 76-79.

Yildiz E, Gocmen D (2021) Use of almond flour and stevia in rice-based gluten-free cookie production. *J Food Sci Tech* **58**, 940–951. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04608-x>

Zakon o gradnji (2013) Zakon o gradnji. Narodne novine 153, Zagreb. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_12_153_3221.html Pristupljeno 24. veljače 2022.

Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (2013) Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu. Narodne novine 81, Zagreb. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_81_1700.html Pristupljeno 24. veljače 2022.

Zakon o hrani (2013) Zakon o hrani. Narodne novine 81, Zagreb. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_81_1699.html Pristupljeno 24. veljače 2022.

Zannini E, Jones JM, Renzetti S, Arendt EK (2012) Functional replacements for gluten. *Annu Rev Food Sci Technol* **3**, 227-245. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-022811-101203>

Zhangzhou Jialong Technology Inc. (2022) Pakirka za brašno, model: DCS-25K-L1D. <https://www.jialongpacking.com/product/flour-packing-machine>. Pristupljeno 14. lipnja 2022.

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja HANNA SKENDROVIĆ izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Vlastoručni potpis